The University of North Carolina
at Greensboro

JACKSON LIBRARY

[redacted]

JACKSON LIBRARY-UNCG
3 0510 1110385 S

W. C. U. N. C.
Greensboro, N. C.
HOMANS
COLLECTION
on Physical Education

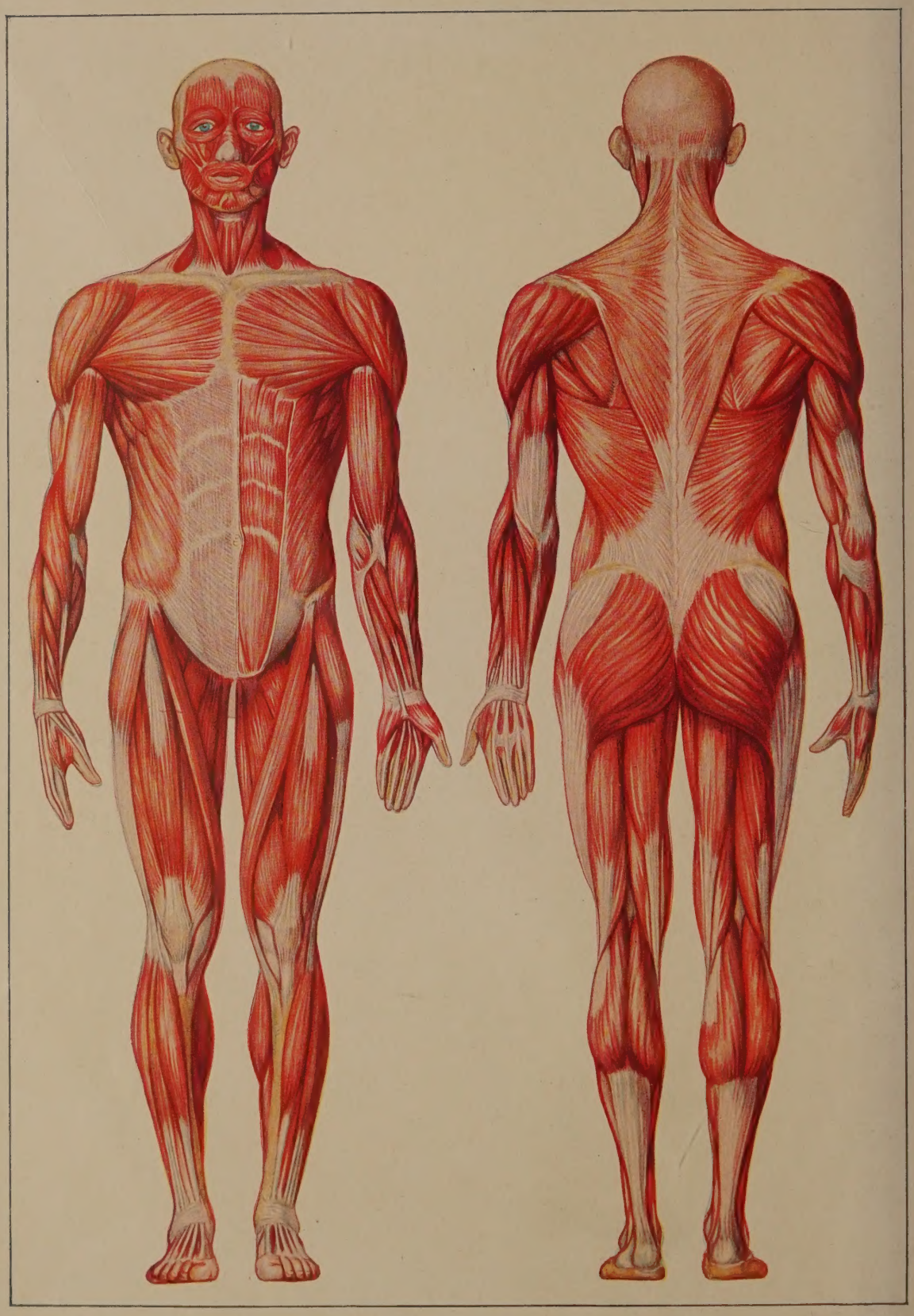
DATE DUE

JUN 8 1997

JUN 8 1997

Walter Clinton Jackson Library
University of North Carolina at Greensboro
Greensboro, North Carolina 27412-5201

TOUT LE CORPS HUMAIN



TOUT LE CORPS HUMAIN

ENCYCLOPÉDIE ILLUSTRÉE DES CONNAISSANCES MÉDICALES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION
DU DOCTEUR HENRI BOUQUET

TOME I

LIBRAIRIE HACHETTE

Tous droits de traduction, de reproduction
et d'adaptation réservés pour tous pays.
Copyright by Librairie Hachette, 1929.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

LE CORPS HUMAIN ET SES FONCTIONS

L'ANATOMIE

Origines de l'Anatomie. — Appareil locomoteur : os, articulations, muscles. — Appareil de la Circulation. — Système nerveux ou neurologie. — Organes des sens. — Appareil de la Digestion. — Appareil de la respiration et de la phonation. — Appareil urinaire. — Glandes à sécrétion interne, ou glandes endocrines. — Appareil génital. Par le docteur LATARJET, *Professeur d'Anatomie à la Faculté de médecine de Lyon, membre correspondant de l'Académie de médecine.*

LES CONSTITUANTS DU CORPS HUMAIN (HISTOLOGIE)

Cellule. — Tissus. — Organes. Par le docteur LIACRE, *Docteur ès sciences.*

LES FONCTIONS DU CORPS HUMAIN (PHYSIOLOGIE)

Fonctions nerveuses, d'information, d'entretien, énergétiques, de régulation. — Durée et valeur de la vie humaine. Par le docteur J. LAUMONIER, *Professeur à l'Ecole de psychologie.*

COMMENT SE FORME LE CORPS HUMAIN (EMBRYOLOGIE)

Préliminaires. — L'Embryon. — Le Fœtus. Par le docteur DEMELIN, *Ex-professeur en chef de la Maternité de Paris, Professeur agrégé à la Faculté de médecine.*

LES ANOMALIES DU CORPS HUMAIN (TÉRATOLOGIE)

Anomalies et monstruosités. Par le docteur Henri BOUQUET, *Membre d'honneur de l'Ecole d'anthropologie.*

COMMENT NAISSENT LES MALADIES

L'HÉRÉDITÉ

Hérédités ancestrale et incidentelle. Par le docteur Octave BÉLIARD.

LES PARASITES

Importance du parasitisme en pathologie. — Etude des parasites. — Comment ils nuisent à l'homme. Par le docteur Henri BOUQUET.

LES MICROBES

Origines de la microbiologie. — Fonctions microbiennes. — Diagnostic des maladies infectieuses. — Classification des bactéries. — Les Mycobactériums et les parasites végétaux. — Les Spirochètes. — Les virus filtrants. Par le docteur BESANÇON, *Professeur de clinique médicale à la Faculté de médecine, Membre de l'Académie de médecine.*

LES RÉACTIONS DE L'ORGANISME CONTRE LES AGENTS DE LA MALADIE

Réactions de l'organisme vis-à-vis des corps étrangers inertes, contre les microbes. — Immunité. — Anaphylaxie. Par le docteur BESANÇON, *Professeur de clinique médicale à la Faculté de médecine, Membre de l'Académie de médecine.*

LES INTOXICATIONS

Poisons minéraux. — Gaz toxiques. — Toxicomanies. — Intoxications par substances médicamenteuses. — Empoisonnements alimentaires. — Venins des animaux. Par le docteur Henri BOUQUET.

LES AUTO-INTOXICATIONS

Auto-intoxications par produits organiques. — Rôle du foie. — Rôle du système endocrino-sympathique. — Rôle des auto-intoxications. — Traitements. Par le docteur Raoul BLONDEL, *Ancien chef de laboratoire des hôpitaux de Paris.*

LES AGENTS EXTÉRIEURS

Agents physiques et mécaniques. — Leur mode d'action. — Accidents causés par les agents extérieurs. — Evolution normale et anormale des plaies. Par le docteur Michel DENIKER, *Chirurgien des hôpitaux.*

LES TUMEURS

Tumeurs dérivées des tissus épithélial, conjonctivo-vasculaire, musculaires et nerveux. — Tumeurs à tissus multiples. — Rôle des débris embryonnaires. — Les kystes. — Evolution et traitement. Par le docteur Michel DENIKER, *Chirurgien des hôpitaux.*

LE CANCER

Qu'est-ce que le cancer? — Classification. — Symptômes. — Comment naît le cancer. — Comment il se contracte. — Traitement. — Lutte sociale contre le cancer. Par le docteur Henri BOUQUET.

LES MALADIES

LES MÉTHODES D'EXAMEN EN MÉDECINE

Interrogatoire. — Examen clinique. — Contrôle instrumental. — Recherches de laboratoire. — Névropsie. — Diagnostic. — Pronostic. Par le docteur Octave BÉLIARD.

LES MALADIES INFECTIEUSES

Maladies causées par les agents inconnus, par les bactéries, par des champignons pathogènes, par les microbes animaux. Par le docteur Octave BÉLIARD.

LES MALADIES DES VOIES RESPIRATOIRES

Comment naissent les affections des voies respiratoires. — Maladies de la trachée et des bronches, des poumons, de la plèvre. — Emphysème. Par le docteur LIACRE, *Docteur ès sciences.*

LES MALADIES DU CŒUR, DES VAISSEAUX ET DU SANG

Troubles du mouvement cardiaque, de la sensibilité cardiaque. — Maladies par déformation des orifices, par inflammation des parois, par altération du muscle cardiaque, par inflammation aiguë, altération chronique, contraction ou dilatation des vaisseaux, ou par modification des propriétés physiques et chimiques du sang. Par le docteur PRÉVEL.

LES MALADIES DE L'APPAREIL URINAIRE

Urémie. — Maladies par l'empoisonnement aigu. — Dégénérescence. — Cancer du rein. — Graviers ou calculs. — Diagnostic des maladies du rein. Par le docteur PRÉVEL.

LES MALADIES DE L'APPAREIL DIGESTIF

Maladies de la bouche, des dents, de l'œsophage, de l'estomac, de l'intestin, du péritoine, du foie, du pancréas, de la rate. Par le docteur Henri BOUQUET.

LES MALADIES DE LA NUTRITION

L'Arthritisme. — La Goutte. — La Lithiase rénale. — L'Obésité. — Les Diabètes. Par le docteur J. LAUMONIER, *Professeur à l'Ecole de psychologie.*

MALADIES DES GLANDES A SÉCRÉTION INTERNE

Maladies de la glande thyroïde, des capsules surrénales, de l'hypophyse, des glandes génitales. — Maladies pluriglandulaires. Par le docteur Henri BOUQUET.

233646

LES MALADIES NERVEUSES ET MENTALES

Maladies de l'encéphale, de la moelle, des nerfs périphériques. — Maladies mentales. Par le docteur Maurice DE FLEURY, *Membre de l'Académie de médecine, Médecin expert près des tribunaux.*

LES MALADIES CHIRURGICALES

Tête et cou. — Thorax. — Abdomen. — Appareil génito-urinaire mâle. — Maladies de l'appareil génital externe. — Appareil locomoteur. Par le docteur Michel DENIKER, *Chirurgien des hôpitaux.*

LES MALADIES DES YEUX

Maladies du sourcil, des paupières, des voies lacrymales, de la conjonctive, de la cornée, de la sclérotique, de l'iris, du cristallin, du fond de l'œil, du corps vitré, de la choroïde, de la rétine et du nerf optique, de l'appareil moteur de l'œil, de l'orbite. — Réfraction et accommodation. — Hygiène générale. Par le docteur VALUDE, *Chirurgien de l'hospice des Quinze-Vingts.*

OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE

Symptômes cardinaux des maladies de l'oreille. — Maladies du nez et de ses annexes. — Maladies de la gorge. Par le docteur DE PARREL, *Ancien chef de clinique, Lauréat de l'Institut et de l'Académie de médecine.*

LA MÈRE ET L'ENFANT

GROSSESSE ET ACCOUCHEMENT

Physiologie normale de la génération, de l'accouchement. — Thérapeutique du puériculteur-accoucheur. Par le docteur DEMELIN, *Ex-professeur en chef de la Maternité de Paris, Professeur agrégé à l'Académie de médecine.*

MALADIES DE LA FEMME ET DE LA MÈRE

Anomalies des organes féminins. — Lésions traumatiques, infectieuses, organiques. — Désordres fonctionnels. — Déviations utérines. Par le docteur Jean-Louis FAURE, *Professeur de clinique gynécologique à la Faculté de médecine de Paris, Membre de l'Académie de médecine.*

AFFECTIONS DU SEIN

Abcès du sein. — Maladie kystique de la mamelle. — Adénome du sein. — Cancer du sein. — Tuberculose de la mamelle. Par le docteur Michel DENIKER, *Chirurgien des hôpitaux.*

PUÉRICULTURE

Le nouveau-né. — Toilette et vêtement. — Alimentation. — Vie et développement du nourrisson. — Affections de la première enfance. — La puériculture sociale. Par le docteur Henri BOUQUET, *Médecin de la Crèche Fénelon-Charles.*

MALADIES DES ENFANTS

Infections. — Appareils circulatoire, respiratoire, digestif, génito-urinaire. — Système nerveux. — Maladies des nouveau-nés et des nourrissons. — Premiers soins à l'enfant malade. Par le docteur BABONNEIX, *Médecin des hôpitaux de Paris, Médecin de la Charité.*

TRAITEMENTS DES MALADIES

MÉDICAMENTS VÉGÉTAUX. MÉDICAMENTS CHIMIQUES

Défense de l'organisme. — Médication de la nutrition troublée. — Médication dans les divers appareils (fonction digestive, respiratoire, circulatoire, sécrétoire, système nerveux). Par le docteur Albert GARRIGUES.

LES RÉGIMES

Préliminaires. — Régime de l'homme sain. — Du rendement énergétique des aliments. — Répartition des repas. — Régime des vieillards, de cure des obèses, des amaigris, des arthritiques et des goutteux, des affections du rein, des diabétiques, des états anémiques, des maladies des voies digestives, du cœur et des vaisseaux, du poumon, de la peau, du système nerveux, des affections des os. — Modes exceptionnels d'alimentation. Par le docteur Raoul BLONDEL, *Ancien chef de laboratoire des hôpitaux de Paris.*

THÉRAPEUTIQUE BIOLOGIQUE

TRAITEMENTS PAR DES SUBSTANCES VIVANTES OU PROVENANT DE CORPS VIVANTS : MICROBES, TRANSFUSION DU SANG, ETC.

Médications microbiennes. — Vaccins. — Sérums. — Bactériothérapie. — Hémothérapie. — Thérapeutique par le choc. — Opothérapie. Par le docteur Henri BOUQUET.

LA PHYSIOTHÉRAPIE

TRAITEMENTS PAR LES AGENTS NATURELS OU ARTIFICIELS : EAU, LUMIÈRE, AIR, CHALEUR, FROID, ÉLECTRICITÉ, ETC.

Thermothérapie. — Aérothermie. — Cryothérapie. — Hydrothérapie. — Le Mouvement. — Electrothérapie. — Radiations. — Climatothérapie et thalassothérapie. — Eaux minérales. Par le docteur FOVEAU DE COURMELLES, *Président de la Société française d'hygiène, du Syndicat de la Presse scientifique.*

THÉRAPEUTIQUE CHIRURGICALE

Anesthésie. — Antisepsie et asepsie. — Salle d'opérations. — Transfusion du sang. — Pansements. — Traitement des plaies, fractures, luxations. — Ablation des corps étrangers. — Prothèse et greffes. — Chirurgie esthétique. Par le docteur Michel DENIKER, *Chirurgien des hôpitaux.*

HYGIÈNE

Hygiène individuelle. — Toilette et vêtement. — Hygiène de l'habitation. — Hygiène industrielle et accidents du travail. — Hygiène sociale. — Lutte contre les maladies évitables. Par le docteur Raoul BLONDEL, *Ancien chef de laboratoire des hôpitaux de Paris.*

PETITE CHIRURGIE

Ponctions, incisions, sutures. — Saignée. — Hémostase. — Injections sous-cutanées, intramusculaires, intraveineuses. — Petite chirurgie oculaire, auriculaire, urinaire, gynécologique. — Pansement. — Bandages. — Premiers soins aux blessés. — Transport des accidentés. Par le docteur Michel DENIKER, *Chirurgien des hôpitaux.*

L'ART DE SOIGNER

Installation du malade. — Température et pouls. — Fumigations, frictions, onctions, injections, lavements, purgation. — Compresses chaudes, cataplasmes. — Révulsion, ventouses. — Application du froid. — Bains généraux et locaux. — Traitement de la syncope. — Respiration artificielle. — Traitement des intoxiqués, des noyés, des électrocutés. Par le docteur Octave BÉLIARD.

SUPPLÉMENT

MALADIES DE LA PEAU

Classification et revue des dermatoses, par le Dr GOUGEROT, *Médecin de l'hôpital Saint-Louis. Professeur de clinique dermatologique.*

MALADIES VÉNÉRIENNES

Syphilis acquise et héréditaire. — Chancre mou, blennorragie. — Prophylaxie générale et individuelle. — Lutte contre les sources de contagion et les dangers de la prostitution. — Education et propagande. Par le docteur GOUGEROT, *Médecin de l'hôpital Saint-Louis, Professeur de clinique dermatologique.*

TOUT LE CORPS HUMAIN

ENCYCLOPÉDIE ILLUSTRÉE DES CONNAISSANCES MÉDICALES

PRÉFACE

Cet ouvrage a été écrit pour ceux qui veulent savoir et comprendre.

Notre corps est, à n'en pas douter, en tant que forme essentielle de notre vie, en tant aussi que siège de nos misères et de nos souffrances, ce qui nous est, dans la nature, le plus cher. Nous n'en voulons pour preuve que l'intérêt porté par tous aux choses de la médecine et de l'hygiène, ces deux formes d'un même ordre de connaissances dont le but dernier est notre santé. Il est donc fort naturel qu'à une époque où, dans tous ses chapitres, la science se diffuse de plus en plus, on n'ait plus le droit d'ignorer celui qui traite du corps humain et de ses maladies.

Les médecins, si jaloux jadis des connaissances qui leur étaient réservées, expriment aujourd'hui le souhait que ceux qui font appel à leurs soins possèdent, sur ces points particuliers, des lumières moins discrètes. Les explications de ceux qui les consultent, gagnant alors en précision, leur fournissent des données très utiles pour l'établissement de leur diagnostic. Le consultant, de son côté, a le désir très légitime de se rendre compte, le plus exactement possible, des raisons qui dictent au médecin ses gestes, ses conseils et ses prescriptions. Ainsi se réalise entre les deux parties, dans cette entreprise sérieuse qu'est le maintien ou le rétablissement de la santé, une collaboration qui la rend à la fois moins ardue et plus sûre.

Certes, soigner un malade n'en demeurera pas moins la tâche du médecin et uniquement du médecin. Mais, à côté de l'instruction professionnelle qu'il est seul à posséder et que lui valent de longues années d'études et de fréquentation des milieux hospitaliers, il est une instruction proprement scientifique, qui est la base de la première et qui se prête à la vulgarisation dans le sens élevé du mot. C'est elle qui forme l'essentiel de cette sorte d'initiation que nous avons, croyons-nous, réalisée dans cet ouvrage.

De la connaissance du corps humain à l'hygiène, en passant par la cause et la description des maladies, par les moyens d'exploration qui nous permettent de les reconnaître, par leur traitement aussi, on voit l'immense chemin où cet ouvrage guidera ses lecteurs. Nous n'avons voulu laisser dans l'ombre aucun chapitre d'anatomie ou de pathologie. La pudeur mal comprise, qui s'est opposée, jusqu'à présent, à ce que certains sujets fussent abordés dans des œuvres de ce genre, nous paraît avoir fait son temps. Il est résulté de cette méconnaissance de la gravité que revêtent souvent les maladies auxquelles nous faisons allusion un mal dont on commence seulement à se rendre compte. On ne veut plus persé-

vérer dans cette voie dangereuse. Nous avons cependant répondu sans doute à l'avance à certains désirs très légitimes en groupant ces maladies dans un fascicule à part qui sera comme un supplément de l'ouvrage. Quant aux chapitres d'anatomie, ils sont demeurés à leur place logique, d'où il eût été impossible de les extraire.

On nous permettra, en terminant, d'attirer l'attention sur la brillante liste de nos collaborateurs, telle qu'elle est dressée à la Table analytique. Des membres de l'Académie de Médecine, des professeurs et des agrégés des Facultés françaises, des médecins et des chirurgiens des hôpitaux ont bien voulu se charger d'écrire les chapitres dans lesquels leur compétence était particulièrement précieuse. Des médecins habitués à parler au public de ces sujets difficiles ont mis leur habileté professionnelle à notre disposition. Toute garantie est donc donnée en ce qui concerne la valeur de ces volumes, en ce qui concerne aussi la parfaite mise au point de la science telle qu'elle est aujourd'hui professée.

Tableau qu'il ne faut naturellement pas considérer comme définitif. Il ne serait pas souhaitable qu'il le fût. Nos connaissances s'accroissent heureusement chaque jour, et l'on se rendra compte, en lisant cette Encyclopédie, que sur bien des points notre connaissance des choses est encore bien imparfaite. Telle qu'elle est présentée ici, la médecine n'en constitue pas moins un édifice grandiose et solide dont quelques parties au moins ne sauraient recevoir que des modifications de détail. Laissons les bons ouvriers de cette ample demeure en polir les pierres et, sous la conduite de quelques-uns d'entre eux, visitons-la. Nul de nous ne peut la regarder avec indifférence.

Fig. 1. — REMBRANDT : L'ANATOMIE DU PROFESSEUR JEAN DEYMAN ▰ (*Musée d'Amsterdam*, Cl. Hachette.)

LE CORPS HUMAIN ET SES FONCTIONS

PREMIÈRE PARTIE

L'ANATOMIE

PAR LE DOCTEUR LATARJET

Professeur d'anatomie à la Faculté de Médecine de Lyon, Membre correspondant de l'Académie de Médecine

LES ORIGINES DE L'ANATOMIE. ▰ APPAREIL LOCOMOTEUR. ▰ APPAREIL DE LA CIRCULATION. ▰ SYSTÈME NERVEUX OU NEUROLOGIE. ▰ ORGANES DES SENS. ▰ APPAREIL DE LA DIGESTION. ▰ APPAREIL DE LA RESPIRATION ET DE LA PHONATION. ▰ APPAREIL URINAIRE. ▰ GLANDES A SÉCRÉTION INTERNE. ▰ APPAREIL GÉNITAL.

CHAPITRE I

LES ORIGINES DE L'ANATOMIE

L'ANATOMIE a pour objet la structure des êtres organisés. Elle étudie les formes des êtres vivants ; elle analyse la constitution de leurs organes jusqu'à l'élément le plus simple, c'est-à-dire jusqu'à la cellule, terme irréductible. Appliquée à l'homme, elle intéresse le médecin et le chirurgien comme étant la préparation indispensable à l'étude des maladies et aux moyens d'y porter secours. A ce titre, elle reste la base fondamentale de la médecine : il est impossible de comprendre les fonctions normales et les troubles apportés à ces fonctions sans connaître, dans tous ses détails, le plan de l'édifice humain, la disposition architecturale des différents systèmes qu'on y rencontre, ainsi que la répartition et la qualité des matériaux utilisés par la nature pour sa construction.

A un autre titre, l'anatomie humaine, comme d'autres

Fig. 2. — L'EMMAILLOTEMENT D'UNE MOMIE CHEZ LES ÉGYPTIENS. Les rites funéraires des Égyptiens, dont le dernier terme était l'emmaillotement de la momie, nécessitaient des dissections compliquées, qui ont dû donner à ceux qui les exécutaient des connaissances anatomiques assez étendues. (D'après Rosellini, *Monumenti civili*, *in* Maspero, t. II, p. 511.)

sciences telles que la paléontologie, l'histoire des langues, etc., apparaît comme une science indispensable à l'esprit désireux de pénétrer l'obscur problème de l'origine de l'humanité et d'établir sur l'évolution de celle-ci les hypothèses que la science autorise.

Vieille sans doute comme l'homme dans ses débuts, l'anatomie humaine a parcouru jusqu'à nos jours des étapes glorieuses dont le récit complet serait une épopée pleine d'attraits et qui serait en somme l'histoire de la médecine elle-même. Nous essaierons de tracer les grandes lignes de cette histoire pour montrer quels ont été les progrès successifs de cette science dont l'avenir reste aussi brillant que l'a été son passé.

Trois grandes étapes ou, si l'on veut, trois grands épisodes se déroulent, quand on suit cette évolution, depuis la plus haute antiquité jusqu'à nos jours.

Le premier épisode raconte sa naissance laborieuse chez les peuples anciens ; le deuxième, ses luttes âpres et prolongées, puis son triomphe à l'époque de son héroïque jeunesse depuis la Renaissance jusqu'à la fin du XVIIIe siècle ; le troisième, qui n'est pas terminé, nous montre son orientation au XIXe et au XXe siècle, nous fait assister à la floraison merveilleuse de sciences-filles auxquelles elle a donné naissance et nous dévoile sa marche vers l'avenir. A cette longue histoire, il n'y a pas d'épilogue : l'anatomie, la plus ancienne des sciences médicales, a conservé en effet sa jeunesse ; l'horizon de ses découvertes n'est pas encore borné.

L'ANATOMIE CHEZ LES PEUPLES ANCIENS

La première recherche de l'explication de la vie par l'examen des organes s'est peut-être imposée très tôt à la curiosité de l'homme comme s'impose à la curiosité de l'enfant le désir d'ouvrir un jouet pour savoir ce qu'il contient et comment il est fait. Mais d'autre part le respect du mystère de la mort et le culte des funérailles, qui apparaît comme un signe de civilisation chez l'homme primitif, se sont sans doute opposés aux recherches que la curiosité pouvait faire naître.

Les Égyptiens, dont la religion imposa la conservation du corps d'un individu et fit de l'embaumement une opération coutumière, eurent certainement des notions anatomiques très nettes. Voici les renseignements précis que nous donne le professeur Guiart, dans son histoire si intéressante de la médecine au temps des Pharaons [1] : « Au dire de l'historien Manéthon, ancien archiviste du temple d'Héliopolis, les rois des premières dynasties se seraient occupés d'anatomie et auraient fait pratiquer des dissections sur le corps humain : Pline et Aulu-Gelle confirment le fait. Il est donc probable qu'il y a cinq mille ans et plus, l'ouverture des cadavres n'était pas considérée comme une œuvre impie.

« Malheureusement, pour nous faire une idée des connaissances anatomiques des Égyptiens, nous ne possédons guère que la seconde partie du *papyrus médical de Berlin*, œuvre fort ancienne où se trouve surtout une description enfantine des vaisseaux que je juge inutile de reproduire ici. Les papyrus médicaux, fragments bien incomplets des ouvrages de médecins de l'ancienne Égypte, nous renseignent d'ailleurs mal sur les connaissances anatomiques des prêtres égyptiens. Il est certain qu'ils connaissaient les principaux organes du corps, puisqu'ils en décrivent les maladies : ils connaissaient, par exemple, le tube digestif et le foie, les organes génitaux et urinaires. En ce qui concerne le foie, ils savaient même qu'il sécrète la bile, et que l'apparition de cette bile dans les selles indique une affection hépatique. Les prêtres-médecins avaient donc pour le moins des notions d'anatomie et de physiologie.

« Du reste, comment est-il possible d'admettre que les hommes qui pratiquaient cet embaumement merveilleux et arrivaient à un si haut degré de perfection aient pu ignorer la structure du corps humain ? On a prétendu que les Égyptiens avaient une telle horreur pour l'ouverture

1. GUIART, La Médecine au temps des Pharaons. *Biologie médicale*, 1922, n° VII.

des cadavres, que les embaumeurs, après avoir exécuté, aussi vite que possible, les dix-sept incisions prescrites par les règlements, se sauvaient à toutes jambes pour échapper aux parents des défunts qui les poursuivaient en jetant des pierres. Mais est-il bien certain que les choses se soient passées ainsi? Le fait nous est raconté par le compilateur, relativement moderne, Diodore de Sicile, et non, comme pour le reste, par le consciencieux et véridique Hérodote, dont les fouilles ont presque toujours confirmé les récits. Or les incisions, loin d'avoir été faites rapidement, paraissent au contraire avoir été exécutées avec la plus grande habileté et, quand on examine une momie avec soin, il faut se livrer à une véritable dissection pour retrouver ces incisions, car, la peau ayant été tranchée en biseau au niveau d'un pli, il a été facile de les refermer hermétiquement et de les dissimuler. Du reste, une fois les incisions faites par le *Parachiste*, le *Coachyte*, qui était généralement un prêtre-médecin, appartenant à un temple d'Imhetep, entrait en jeu et se livrait sur le cadavre à un travail nécropsique assez compliqué, du moins dans le grand embaumement.

« Par les narines, il sortait le cerveau, au moyen d'un long crochet recourbé et, par la longue incision, qui avait été faite sur le côté gauche du corps, il sortait tous les viscères qu'il enduisait d'aromates et qu'il plaçait ensuite dans des vases canopes [1]. Puis il lavait les cavités du corps avec du vin de palmier, les saupoudrait de parfums et les remplissait d'aromates. Après quoi, le corps ainsi préparé était déposé dans un bain de *natron* où il séjournait soixante-dix jours. Ce natron était constitué par les cristallisations laissées, en s'évaporant, par les lacs amers de la Basse-Égypte : c'était un mélange de sous-carbonate de soude, de sulfate de soude et de chlorure de sodium ; ce natron était un véritable liquide antiseptique capable d'arrêter la putréfaction cadavérique. C'est sans doute lui qu'employèrent certains embaumeurs très savants qui, au moyen de procédés compliqués et coûteux, injectaient dans les vaisseaux un liquide ayant la propriété de conserver le corps, tout en laissant aux membres leur élasticité ; c'est du reste ainsi qu'on pratique encore de nos jours l'embaumement.

« En sortant du bain de natron, le cadavre était lavé et entouré de ses bandelettes (fig. 2), après quoi on plaçait la momie dans un cercueil polychrome, le cercueil dans un sarcophage rectangulaire et celui-ci était enfoui sous le tombeau, au fond d'un puits qu'on masquait ensuite avec soin, afin que la momie pût échapper à toute profanation.

1. Les vases canopes étaient au nombre de quatre. Le couvercle de chacun d'eux figurait un des quatre génies funéraires ou enfants de Horus : Amset était représenté par une tête d'homme et protégeait le foie ; Khebsennuf avait une tête de faucon et protégeait l'intestin ; Api était représenté par une tête de cynocéphale et protégeait les poumons ; enfin, Tuamautef avait une tête de chacal et protégeait l'estomac.

Plus tard les viscères, après avoir été traités par le natron comme le reste du corps, furent replacés dans la cavité abdominale après avoir été entourés de bandelettes. Mais on avait soin d'introduire dans leur masse une statuette de faïence émaillée à tête d'homme, de faucon, de cynocéphale, ou de chacal, pour remplacer les vases canopes des époques antérieures.

« Ainsi donc, c'est à un des prêtres-médecins attachés aux établissements funèbres que nous sommes redevables des innombrables momies (fig. 3) qui remplissent les tombeaux de l'Égypte. A qui fera-t-on croire qu'ils ne connaissaient pas la structure du corps humain? On peut être, au contraire, persuadé qu'ils tenaient beaucoup moins à respecter les morts qu'à assurer leur conservation artistique, et nul ne sait ce qui se passait dans les laboratoires des nécropoles, durant la longue période qui s'écoulait entre le moment où le cadavre était remis au prêtre et celui où la momie était rendue à la famille. Mais ce qui paraît au moins certain, c'est que les autopsies rituelles, que l'on vient de rappeler, ne pouvaient être sans utilité pour l'instruction des prêtres qui les pratiquaient. »

Les connaissances anatomiques recueillies par la caste des prêtres-médecins ne furent pas transmises. Comme nous le verrons dans un instant, l'anatomie brillera en Égypte et se répandra dans tout le monde lorsque l'Égypte jettera les derniers feux de sa civilisation.

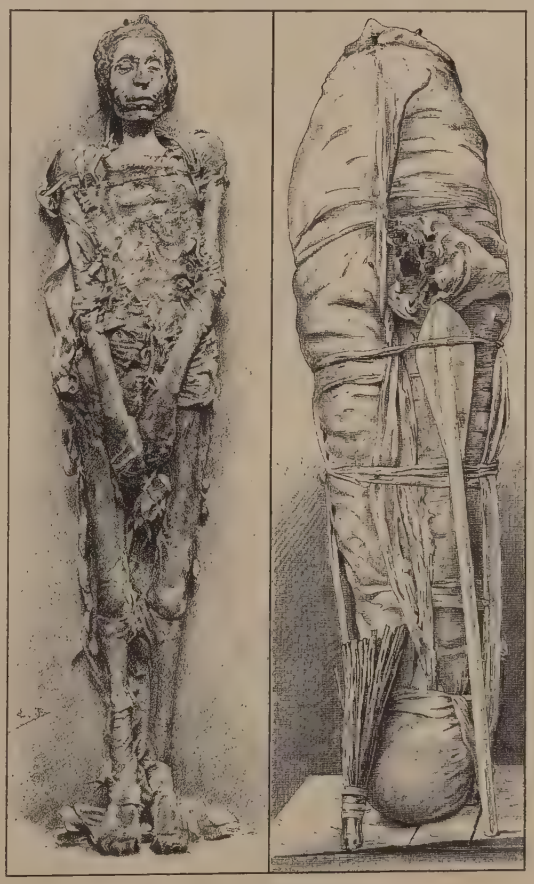


Fig. 3. — DEUX MOMIES ÉGYPTIENNES. *A gauche :* momie démaillotée de Zodphtahaoufoûkhi, fils royal de Ramsès II. *A droite :* momie emmaillotée de Thoutmôsis III. (D'après Maspero, *Les Momies royales de Deir el Bahari.*)

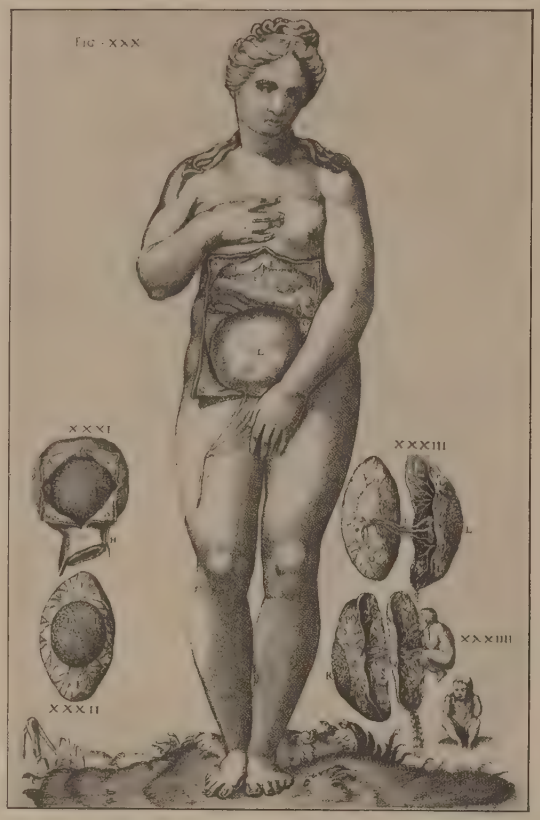


Fig. 4. — UNE FEMME ENCEINTE ∅ On remarquera comment les dessinateurs de cette époque s'efforçaient de garder aux planches anatomiques un caractère artistique et plaisant. (D'après l'*Anatomie* de Valverde, 1556. *Bibl. Nat. Estampes*, Cl. Hachette.)

Chez les Grecs anciens, la science anatomique était assez restreinte. L'*Iliade* envisagée comme traité de chirurgie est un ouvrage fort incomplet. Elle nous livre à peine une centaine de noms d'os, de muscles ou d'organes que la chirurgie de guerre, sur les champs de bataille de Troie, avait révélés. Plus tard, chez les Hellènes, le mort ne livre pas davantage le secret de sa constitution : il est toujours sacré, pieusement enseveli avec les objets familiers de son existence. L'âme de celui qui n'a pas de sépulture erre misérablement, rôde la nuit autour des habitations et n'a pas d'asile dans le noir royaume d'Hadès. La médecine d'Hippocrate elle-même et les connaissances zoologiques d'Aristote font entrevoir déjà l'intérêt et la portée de la morphologie, mais n'apportent pas à l'anatomie humaine l'essor que le génie de ces hommes aurait dû lui donner si la dissection avait été possible.

A la fin des temps anciens, on voit cependant apparaître une lumière brillante qui jette sur l'étude de la structure de l'homme un éclat jusqu'alors inconnu. Alexandrie est devenue la cité de la pensée, la ville des arts et des sciences. La plus riche des bibliothèques est installée dans le temple de Sérapis ; le château royal, le Brucchium, abrite les savants, richement pensionnés. Sous le règne des Ptolémées, l'un d'eux, Ptolémée Soter, autorise la dissection des cadavres, et même la vivisection des malfaiteurs condamnés à mort. Apparaissent alors deux grands médecins, Hérophile, de l'école de Cos, et Erasistrate, de l'école de Cnide. Nous pouvons les considérer comme les fondateurs de l'anatomie. Hérophile, en ouvrant la boîte cranienne, s'aperçoit que le cerveau est entouré de membranes, les méninges. Il les décrit, découvre les sinus veineux, suit leurs trajets jusqu'à leur confluent qu'il compare à un pressoir : le *pressoir d'Hérophile* est resté dans la nomenclature de l'anatomie actuelle. C'est lui encore qui mesure et différencie la première portion de l'intestin grêle, portion constituée par une anse fixe tandis que le reste se présente sous l'aspect d'anses mobiles ; il trouve qu'elle est égale à douze épaisseurs de doigt et lui donne le nom de duodénum (*dodecadactulon*). Son collègue Erasistrate montre la différence qui existe entre la structure du conduit respiratoire et des autres artères (à cette époque on croyait, comme on le croira longtemps encore, que les artères contenaient de l'air) et lui donne le nom de « trachée », c'est à-dire dure au toucher. Ces deux savants découvrent aussi les vaisseaux dans lesquels circule le chyle intestinal, les *chylifères*, que vingt siècles plus tard Aselli retrouvera. Les connaissances médicales égyptiennes, déjà très étendues, trouvent à cette époque une base solide. Il est intéressant de constater, pour la première fois, le parallélisme du progrès de l'anatomie et de la chirurgie, la première précédant la seconde. On voit en effet, à cette époque, les chirurgiens s'enhardir : ils connaissent les rapports anatomiques et entreprennent des opérations importantes. Ils ouvrent les abcès profonds, taillent les individus qui souffrent de calculs dans la vessie, et l'un d'eux, Ammonius, que nous pouvons considérer comme le père de la lithotritie, imagine d'extraire une pierre trop volumineuse par des instruments qu'il a conçus.

Hélas ! cette belle époque ne dure pas longtemps ; son éclat s'éteint peu à peu et l'anatomie, qui semblait prendre un essor rapide, retombe les ailes brisées par la loi romaine. Cependant, la lumière d'Alexandrie ne s'éteint pas subitement ; elle brille encore suffisamment quelques siècles plus tard pour que Galien vienne contempler et étudier, d'ailleurs insuffisamment, dans la ville des Ptolémées, deux squelettes humains.

A Rome, le préjugé du cadavre est encore plus puissant qu'à Athènes. La religion du foyer, le culte des ancêtres fondent les lois. Comme le dit Fustel de Coulanges dans son livre, *la Cité Antique*, « il y avait chez les Romains un échange perpétuel de bons offices entre les vivants et les morts de chaque famille. L'ancêtre recevait de ses descendants la série des repas funèbres, c'est-à-dire les seules jouissances qu'il pût avoir dans sa seconde vie. Le descendant recevait de l'ancêtre l'aide et la force dont il avait

Fig. 5. — TITRE DE L'*ANATOMIE* D'ANDRÉ VÉSALE — Au centre de cette composition allégorique en même temps que réaliste, on voit André Vésale faisant une démonstration d'anatomie devant un nombreux auditoire, dans la représentation duquel l'artiste a introduit des détails d'une savoureuse fantaisie. (D'après Jean Van Calcar. Édition de 1542. *Bibl. Nat. Estampes*, Cl. Hachette.)

besoin dans celle-ci. Le vivant ne pouvait se passer du mort, ni le mort du vivant. Par là un lien puissant s'établissait entre toutes les générations d'une même famille et en faisait un corps éternellement inséparable... Les Anciens n'avaient pas l'idée de la création ; dès lors le mystère de la génération était pour eux ce que le mystère de la création peut être pour nous. Le générateur leur paraissait un être divin et ils adoraient leur ancêtre. » Ceci nous explique parfaitement qu'une telle société, où l'homme fait de l'homme un dieu, puisqu'il adore son père ou son ancêtre, ne peut concevoir la possibilité d'étudier sa propre structure sur l'un de ses semblables. Plus tard, lorsque la religion romaine sera remplie de mille pratiques superstitieuses, aucun changement ne surviendra. C'est pourquoi nous voyons Galien, l'illustre médecin de Pergame qui vécut au deuxième siècle de notre ère, disséquer les singes et établir son anatomie d'après les constatations faites sur ces animaux ou d'autres mammifères. De l'anatomie humaine proprement dite, il ne connaît que ce que la tradition d'Alexandrie lui a légué. Il a le mérite de rassembler tous ces documents ; malheureusement la science de Galien va bientôt avoir la force d'un dogme, et pendant de longs siècles, ni les erreurs ni les vérités de cet éminent médecin ne pourront être réfutées ou vérifiées.

Encore quelques siècles, et l'empire romain disparaît.

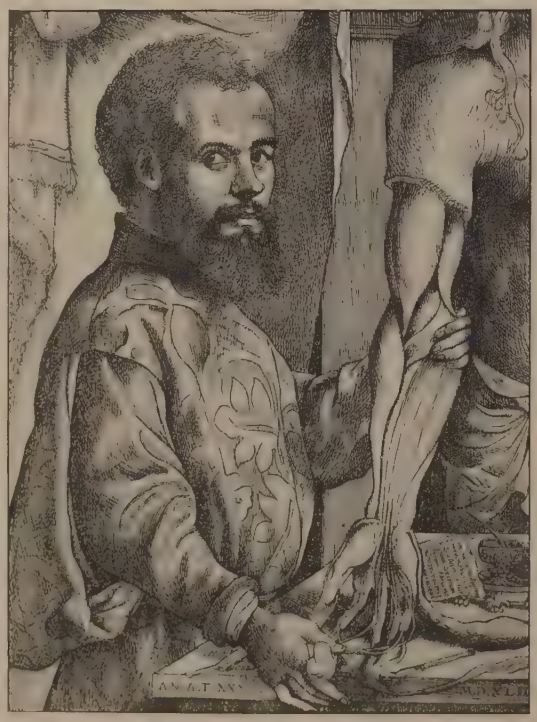


Fig. 6. — PORTRAIT D'ANDRÉ VÉSALE A L'AGE DE VINGT-HUIT ANS ▱ André Vésale est considéré comme le plus grand parmi les fondateurs de la science anatomique. (Édition de 1542 de l'*Humani... fabrica. Bibl. Nat. Est.*)

Les hordes barbares viennent plonger dans les ténèbres le développement des sciences ; de nouvelles religions apparaissent dans le monde, mais elles interdisent de toucher au cadavre : le Coran et la religion chrétienne seront d'accord, pendant longtemps, pour interdire, l'étude de la structure interne de l'homme par la dissection. Celle-ci serait un sacrilège.

L'ANATOMIE DU MOYEN AGE A LA FIN DU XVIIIe SIÈCLE

Il faut attendre le XIIIe siècle pour assister à un premier signe de réveil. En 1213, Frédéric II, roi des Romains et des Deux-Siciles, promulgue une loi par laquelle il est défendu de se livrer aux pratiques chirurgicales sans avoir été préalablement interrogé sur l'anatomie. La mesure était sage ; et, pour la rendre plus féconde, il autorise un certain Martianus à faire, tous les cinq ans, un cours public sur un cadavre humain avec ordre aux médecins et aux chirurgiens d'y assister.

Le premier manuel d'anatomie humaine apparaît un siècle plus tard. Il est signé de Mondinus, médecin de Bologne. Celui-ci, bien qu'il ait ouvert quelques cadavres, se contente de copier Galien. Malgré tout, ce manuel a un grand succès ; il sera entre les mains de Guy de Chauliac, le restaurateur de la chirurgie française, celui qu'on appelait « le bon docteur » et qui releva la renommée d'un art qui était à cette époque entre les mains « d'ignorants analphabètes qui n'étudient jamais aucun livre et qui n'ont qu'une certaine routine ».

En France, c'est la Faculté de Montpellier qui a le privilège de disséquer en 1376 pour la première fois le corps humain. L'autorisation est donnée par Louis d'Anjou ; le corps est celui d'un criminel. A Paris, c'est en 1407 que le recteur accorde cette autorisation. La dissection, toutefois, reste toujours un exercice d'exception, mais il est permis de dire que la cause est désormais gagnée. Le consentement de la religion est acquis et cette libération coïncide avec le renouveau de la vie intellectuelle. Le désir de travailler, de connaître, d'enseigner, embrase les esprits. Tandis que certains s'embarquent pour conquérir des mondes nouveaux, d'autres marchent à la conquête de la connaissance de l'homme. Des chercheurs passionnés veulent lui arracher le secret de son organisation, secouent le dogme des vérités non contrôlées et veulent lire enfin dans le vrai livre de la nature. Courageux, ils bravent l'opinion, la hart et le guet pour faire ce beau voyage dans le corps de l'homme, voyage dont chaque étape est marquée par une révélation. Songez à l'émotion éprouvée par les anatomistes dont nous allons donner les noms, découvrant toute l'architecture de l'homme et croyant aussi y déceler le mécanisme de la vie ; songez qu'à cette époque la terre apparaît comme le centre du monde et que l'homme est le centre de la création. Ne faut-il pas connaître à tout prix l'œuvre sortie par-

Fig. 7. — H. SPORCKMANS : LA LEÇON D'ANATOMIE ▰ La dissection d'un corps humain demeura longtemps un acte rare. Il y était procédé par le professeur d'anatomie, non devant les étudiants, mais en présence de médecins déjà experts dans leur art. (*Musée d'Anvers*, Cl. Hachette.)

faite des mains du Créateur? Le désir des chercheurs renverse les obstacles. N'y a-t-il pas assez de cadavres? Les cimetières en fournissent. Les amphithéâtres sont-ils peu nombreux? On dissèque clandestinement dans une cave ou même dans sa chambre. Voici d'ailleurs le récit d'une « expédition au cadavre » empruntée aux mémoires de Félix Plattner, médecin de Bâle, alors qu'il était étudiant en France : « C'était le 11 décembre 1554 ; la nuit était déjà sombre quand Gallotus (un camarade de Plattner) nous mena en dehors de la ville, au monastère des Augustins. Nous y trouvâmes un moine qui s'était déguisé et nous prêta son aide. Nous entrons furtivement dans le cloître où nous restons à boire jusqu'à minuit. Puis, bien armés, et observant le plus profond silence, nous nous rendons au cimetière Saint-Denis : nous déterrons le mort en nous aidant des mains seulement, car la terre n'avait pas eu le temps de s'affermir ; une fois le cadavre découvert, nous lui passons une corde, et, tirant de toutes nos forces, nous l'amenons en haut. Après l'avoir enveloppé de nos manteaux, nous le portons sur deux bâtons jusqu'à l'entrée de la vieille porte. Il pouvait être trois heures du matin ; nous déposons notre fardeau dans un coin et frappons au guichet. Un vieux portier se présente et ouvre ; nous le prions de nous donner à boire. Pendant qu'il va chercher du vin, trois d'entre nous introduisent le cadavre et vont le porter dans la maison de Gallotus. Le portier ne se douta de rien. Quant aux prêtres de Saint-Denis, ils se virent obligés de garder le cimetière, et de leur cloître ils décochaient des traits d'arbalètes à tous les étudiants qui s'y présentaient [1] ».

C'est au XVIe siècle qu'apparaissent donc les grands anatomistes fondateurs réels de cette science. En France, Gonthier d'Andernach enseigne à deux disciples célèbres : Dubois dénommé Sylvius et Rondelet. Sylvius aura comme disciple l'immortel Vésale, et c'est auprès de Rondelet, qui deviendra sous sa plume Rondibilis, que Rabelais apprit l'anatomie. Relisez les chapitres XXX et XXXI du livre IV du *Pantagruel* et vous y verrez avec quelle verve et quelle richesse de comparaison Rabelais décrit l'anatomie de Quaresmeprenant. Le grand encyclopédiste fut sans doute passionné d'anatomie, et si nous rappelons qu'en 1532 il disséqua à Lyon un pendu dans le grand hôpital du pont du Rhône, aujourd'hui l'Hôtel-Dieu, dont il était le médecin-chef, c'est pour montrer quel enthousiasme provoquaient déjà les

1. Le Double, *Rabelais anatomiste.*

recherches de la structure humaine dans tous les milieux que nous appellerions aujourd'hui les milieux intellectuels. Une assistance d'élite entourait l'anatomiste et le disséqué. Étienne Dolet, présent à cette fête macabre de la science, chante en vers latins la joie du pendu heureux d'avoir échappé aux noirs corbeaux et très fier de démontrer avec quel soin, avec quelle beauté le Père des choses a construit l'homme [1].

Furat sors, jam furat :
Honoribus circumfluo.

« Le sort rage encore, moi je nage dans les honneurs », s'écrie le pendu.

La Renaissance italienne et ses Républiques, comparables à l'ancienne Alexandrie, suscitent les recherches et favorisent les savants. Voici *Vésale* (fig. 6), un bruxellois, fils et petit-fils de médecin ; il parle couramment le latin et le grec à quatorze ans ; il étudie à seize ans la médecine à Montpellier, court disséquer à Paris chez Sylvius, et devient un tel fervent de l'anatomie qu'il dérobe les cadavres au cimetière des Innocents, au charnier de Montfaucon. A vingt-trois ans, il est en Italie où on l'appelle ; il est nommé professeur à Padoue. A vingt-quatre ans, il publie ses belles planches anatomiques. Dix ans plus tard, les presses d'Oporin impriment son immortel traité d'anatomie : *De humani corporis fabrica* que de grands artistes, probablement Titien et son élève Calcar, ont illustré. La science de Vésale et sa jeunesse audacieuse ont secoué le joug de Galien.

L'anatomie de l'homme est enfin décrite d'après l'homme et les vieux dogmes sont bannis. Pour la première fois dans la science, le fait bien constaté l'emporte sur l'infaillibilité d'un texte et d'une idée.

Le grand élan donné par Vésale ne s'arrête plus. Les anatomistes italiens deviennent légion : *Fallope*, dont Haller dira qu'il fut « *candidus vir, in anatome indefessus, magnus inventor* », fait en quelques années des découvertes incomparables grâce à son esprit inventif et à son ingéniosité technique. Il meurt à trente-neuf ans après avoir laissé des observations anatomiques complètes auxquelles son nom est attaché : étude de l'ouïe, étude des muscles de la paroi abdominale, description du nerf facial dans le rocher, description des trompes utérines, etc., pour ne citer que des organes auxquels son nom reste attaché.

A la même époque *Eustachi*, professeur d'anatomie à Rome, découvre l'organe qui fait communiquer la caisse du tympan avec le pharynx, étudie la première dentition, etc. C'est encore *Arantius* de Bologne qui oriente ses recherches sur l'embryon humain et les organes qui le rattachent à la mère. *Ingratias* à Naples, *Columbo* à Crémone, *Fabrice d'Acquapendente* à Padoue viennent encore illustrer cette nouvelle science, car en effet l'anatomie ainsi développée est devenue une science telle que nous l'entendons aujourd'hui.

Elle a une méthode excellente, l'observation directe, une technique précise, la dissection.

Telle fut, résumée, la merveilleuse enfance de l'anatomie.

Au XVIIe siècle, les progrès se poursuivent. La technique se perfectionne et une nouvelle méthode apparaît. Dans le domaine technique, l'analyse de la structure des organes peut être poussée au delà des limites de l'observation visuelle normale par la création d'un instrument merveilleux, le *microscope*. Grâce à cet instrument, un nouveau rameau se détache de l'anatomie, l'anatomie dite de structure ou *Histologie*, dont les fondateurs sont Leuwenhoeck et Malpighi. D'autre part, on arrive à introduire dans les canaux des liquides colorés qui les mettent en évidence et qui permettent aussi de conserver longtemps les objets d'étude. *Glisson* injecte de l'encre dans les vaisseaux du foie qu'il étudie ; *Swammerdam* pousse de la cire chaude dans les veines ; *Graaf*, l'un des fondateurs de l'embryologie moderne, utilise le mercure pour mettre en évidence les fins rameaux spermatiques contenus dans les testicules et l'épididyme dont le calibre le plus gros, c'est-à-dire au niveau du canal déférent, ne dépasse guère 2 millimètres. Mais aucun de ceux-ci n'égala un célèbre professeur d'Amsterdam, *Ruysch*, dont l'habileté semblait tenir du prodige. Fontenelle, qui visita les riches collections de Ruysch, en fut émerveillé. Racontant sa visite, il s'exprime ainsi : « Tous ces morts, sans desséchement apparent, sans ride, avec un teint fleuri et des membres souples, étaient presque ressuscités : ils ne paraissaient qu'endormis, tout prêts à parler quand ils se réveilleraient. Les momies de M. Ruysch prolongent en quelque sorte la vie, tandis que celles de l'ancienne Égypte ne prolongent que la mort. » Ce merveilleux cabinet anatomique, ce merveilleux musée, comme l'on dirait aujourd'hui, attirait les plus grands personnages. A l'âge de soixante-dix-neuf ans, Ruysch reçoit la visite de Pierre le Grand : celui-ci, enthousiasmé, achète toute la collection pour l'envoyer à Saint-Pétersbourg. Malgré son âge, le professeur d'Amsterdam reconstitue rapidement, grâce à son activité et à son habileté, toute sa collection.

Le préjugé du cadavre est donc vaincu. L'anatomie est devenue une science pour ainsi dire à la mode. Les grands peintres de la Renaissance et du XVIIe siècle, Vinci, Rubens, Rembrandt, etc., l'étudient pour mieux analyser les formes du vivant ; et les gens du monde de l'époque s'intéressent aux leçons des anatomistes tandis que les artistes immortalisent leur image. En France Duverney, qui professa sous Louis XIV, attire à son cours les acteurs qui viennent y prendre des leçons de diction, il est applaudi et sollicité par la foule des grands seigneurs. « Je me souviens, dit Fontenelle, d'avoir vu des gens de ce monde-là qui portaient des pièces préparées par lui pour avoir le

1. Le Double, *Rabelais anatomiste*.

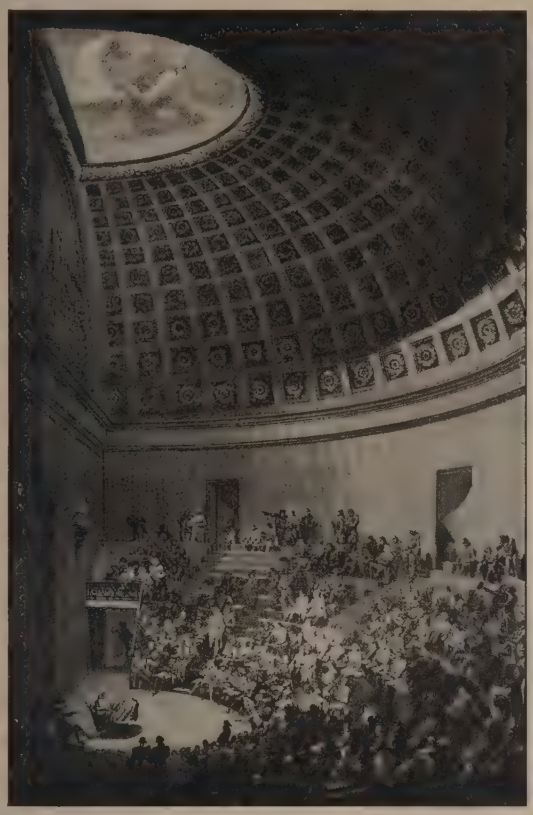


Fig. 8. — INTÉRIEUR DE L'AMPHITHÉATRE DES ÉCOLES DE CHIRURGIE DU XVIIIe SIÈCLE ⸗ Cette salle est encore aujourd'hui le grand amphithéâtre de la Faculté de Médecine de Paris. (D'après la *Description des Ecoles de Chirurgie*, par Gondoin, 1780. *Bibl. Nat. Estampes*, Cl. Hachette.)

plaisir de les montrer dans les compagnies, surtout celles qui appartenaient aux sujets les plus intéressants. »

Tandis que le perfectionnement de la technique vient compléter les recherches des grands fondateurs, une méthode jusqu'alors inconnue, méthode qui va bouleverser complètement la science, l'*expérimentation*, va ouvrir de nouveaux horizons à ceux qui se passionnent pour l'étude du corps humain et de la vie. Un homme de génie, *Harvey*, né et professant en Angleterre, porte ses recherches non plus sur le cadavre, mais sur l'animal vivant. Élève en anatomie de Fabrice d'Acquapendente, qui lui avait sans doute montré les valvules des veines, seule indication que l'anatomie du cadavre peut donner sur le sens de la circulation du sang, Harvey résolut de contrôler la théorie de Galien qui nous paraît aujourd'hui un roman baroque. Guidé par une méthode d'investigation et de raisonnement absolument inconnue avant lui, il analyse les mouvements du cœur, démontre le sens du courant sanguin, le circuit de la petite et de la grande circulation et, sans connaître les capillaires que le microscope de Malpighi découvrira plus tard, il en montre la nécessité.

On sait combien la découverte d'Harvey suscita de querelles innombrables et violentes ; celles de Pasteur plus tard n'en susciteront-elles pas à notre époque, au sein même de l'Académie? L'œuvre d'Harvey est trop importante pour que nous l'exposions tout entière, mais il était nécessaire de rappeler que c'est à lui qu'on doit les bases de la méthode expérimentale, que notre grand Claude Bernard illustrera chez nous deux siècles plus tard. Le mot de *physiologie* n'est pas créé, mais si le mot n'existe pas, la méthode de cette science existe. Elle se confond d'ailleurs avec l'anatomie. C'est ainsi qu'un professeur d'anatomie de Pavie, Aselli, en 1627, préoccupé lui aussi d'examiner les organes animés, découvre sur les intestins et le mésentère d'un chien les vaisseaux chylifères. Vingt ans plus tard, sur l'animal encore, Pecquet, encore étudiant à la Faculté de Montpellier, découvre le réservoir où se collecte le chyle dont les vaisseaux avaient été vus par Aselli. « Notre petit Pecquet », comme l'appelle Mme de Sévigné, dont il est devenu le médecin, découvre la circulation de la lymphe drainée par les vaisseaux chylifères et s'aperçoit qu'elle est déversée dans le sang par le canal thoracique.

Au XVIIIe siècle, cette association de l'anatomie et de la physiologie persiste avec certains savants comme Haller. L'école de Leyde s'enorgueillit à la même époque de *Boerhaave*, « l'un des esprits les plus vastes et les plus brillants qu'aient produits les sciences médicales, de l'illustre *Albinus* qui fut justement considéré comme le modèle des observateurs ». En Italie, *Morgagni* associe à l'anatomie normale l'anatomie des lésions ou anatomie pathologique ; il élève à ces deux sciences deux monuments durables. En France, le silence.

Après la mort de ces grands hommes, comme le dit Sappey, professeur d'anatomie a la Faculté de Médecine de Paris il y a quelque quarante-cinq ans, le silence qui se fit autour de leur tombe sembla s'étendre en quelque sorte sur toute la contrée illustrée par leurs travaux.

Semblable à ce roi des airs qui plane quelque temps incertain de la direction qu'il va prendre, on vit alors le génie de la science tour à tour exilé de la Hollande, de la Suisse et de l'Italie planer quelque temps aussi sur les diverses régions de l'Europe, incertain également de celle qu'il allait choisir : ce fut vers la France qu'il se dirigea, et c'est alors que commença la troisième période de l'histoire de l'anatomie, période qui est loin d'être close.

L'ANATOMIE MODERNE

L'anatomie, à la fin du XVIIIe siècle, subit l'action de deux influences principales toutes deux nées en France : l'une générale, scientifique et philosophique ; l'autre d'ordre professionnel, rattachée à l'évolution de la médecine et de la chirurgie. A la fin du XVIIIe siècle, la médecine proprement dite appuie toujours ses doctrines sur des mots creux et vides : la force vitale, le

Fig. 9. — A L'ÉCOLE PRATIQUE ▰ La dissection d'un corps par cinq étudiants. La dissection, pratiquée directement par les élèves en médecine, sous la direction de prosecteurs et d'aides d'anatomie, est devenue, dans les temps modernes, la base des études médicales. (Estampe de Camille Bellanger, éditée par la librairie Le François.)

caprice de la nature vivante, la cause finale que Bacon avait comparée depuis longtemps à la Vestale consacrée aux dieux et qui n'enfante pas. L'anatomie est en médecine la science d'observation la plus avancée. L'une de ses branches, l'anatomie de structure ou histologie, progresse : deux nouvelles venues, l'embryologie et l'anatomie comparée, balbutient leurs premiers mots avec de Graaf et Willis. Les sciences naturelles, malgré Buffon et Linné, ont surtout abouti à un travail de classification. C'est alors que dans la science se produit une révolution aussi importante que celle qui se déclenchait dans la vie des peuples.

La science, comparable à ces nébuleuses qui contiennent en puissance les nouveaux mondes, prend corps et se condense en groupes distincts ; on voit naître des sciences précises qui semblent éclore d'une poussière de science jusque-là éparse et diffuse. Une doctrine toujours actuelle, toujours discutable et toujours discutée, le transformisme, vivifie toutes les sciences morphologiques et l'anatomie humaine en particulier. C'est en 1809, tandis que la gloire napoléonienne encore grandie sur le champ de bataille de Wagram remplissait le monde, qu'un modeste professeur du Muséum de Paris dont la vie fut humble et dont le génie fut longtemps méconnu, *Lamarck*, fonda la doctrine du transformisme. Les principes de la doctrine peuvent être résumés ainsi :

1° *La fonction crée l'organe* : c'est la loi de réaction éthologique ou loi d'adaptation ; 2° *les caractères acquis par l'influence des circonstances se transmettent* : c'est le principe d'hérédité. Tandis que naissait cette doctrine qui allait battre en brèche le dogme de la création des espèces et celui de leur fixité, Cuvier établissait les bases les plus solides de l'anatomie comparée. Tandis que le génie dominateur de ce dernier savant semblait vouloir étouffer les principes de l'évolutionnisme lamarckien, l'anatomie générale appliquée à la physiologie et à la médecine s'édifiait grâce à un jeune savant de génie, *Bichat*, né à Thoirette-en-Bresse, médecin du Grand Hospice de l'Humanité de Paris, professeur d'anatomie et de physiologie, mort à trente-deux ans. Tandis qu'avec Lamarck se crée une doctrine, tandis qu'avec Cuvier les fossiles des anciennes espèces éteintes arrachées à la terre et interprétées par le cerveau le plus sagace allaient donner à l'évolution ses archives les plus sûres, son médaillier le plus estimable, Bichat soumettait à l'analyse les systèmes et les tissus du corps humain dans le but d'arriver à la détermination des éléments qui les composent.

Et l'on vit naître ainsi, grâce à ces influences multiples, une série de branches toutes issues de l'anatomie descriptive fondée en quelque sorte au XVIe siècle par Vésale : l'*anatomie comparée* avec Cuvier et Geoffroy Saint-Hilaire ; l'*anatomie générale* avec Bichat ; l'*anatomie philosophique* qui s'inspirera plus tard des idées lamarckiennes reprises et modifiées par Darwin ;

l'*embryologie*, et enfin l'*histologie*. Celle-ci fera en 1838 avec Schwann l'admirable découverte que tous les tissus se résolvent en éléments infiniment petits, tous à peu près semblables, tous à peu près de mêmes dimensions et qu'on appelle les *cellules*. Ainsi donc, tous les organismes vivants, végétaux et animaux, dont les formes sont si diverses qu'on dirait un caprice de la nature, ont un fond commun de structure, une unité morphologique qui est la cellule, et sur cette découverte de l'organisation cellulaire de tous les êtres vivants viennent s'appuyer les théories évolutionnistes modernes cherchant à montrer la filiation des espèces. L'embryologie semble confirmer la doctrine en montrant que le développement de l'individu depuis l'ovule fécondé (ontogenèse) est la répétition du développement de l'espèce (phylogenèse). Actuellement cette formule, exprimée au XIXe siècle par Hæckel, a sans nul doute besoin d'un certain correctif, mais elle a été féconde dans les résultats qu'elle a fait obtenir aux savants qui ont cherché à en vérifier la valeur. On peut dire que, grâce à Lamarck, l'anatomie, avec ses nombreux rameaux, est devenue une science d'analyse et une science d'interprétation. Pour elle, l'homme n'est plus le centre de la création, de même que l'astronomie a montré que la terre n'était pas le centre de l'univers, mais le problème de l'origine de l'homme n'en est que plus passionnant, de même que celui de sa destinée.

Aujourd'hui, la science anatomique appliquée à la médecine et à la chirurgie qu'elle seconde, qu'elle éclaire, qu'elle préface en quelque sorte, reste toujours une grande science générale, puisque le problème de la vie demeure toujours sans solution. Tandis que les sciences telles que la physique et la chimie viennent orienter l'anatomie des tissus dans une direction qui sera sans nul doute des plus fécondes, la méthode expérimentale, utilisant aussi les ressources de la physique et de la chimie, apporte à l'anatomie du développement de l'œuf, ou embryologie, une nouveauté qu'on ne pouvait soupçonner il y a quelques années. Considérer un œuf vivant comme étant le premier œuf paru dans le monde, étudier les phénomènes de son développement à l'aide des ressources qu'apporte la science moderne, c'est chercher « à résoudre une des énigmes les plus troublantes de la biologie générale, car le pouvoir de constituer un animal aux dépens d'un germe amorphe en apparence est peut-être de toutes les propriétés de la matière vivante la plus complexe et la plus singulière (Brachet) ». Le problème des localisations dans l'œuf, celui des facteurs héréditaires, les conditions de la fécondation sont abordés, et s'ils ne sont pas élucidés, la voie est ouverte pour leur interprétation scientifique.

A un autre point de vue, les progrès que l'anesthésie et l'asepsie ont permis à la chirurgie ont invité l'anatomiste à préciser les rapports des organes entre eux et ont donné à ces recherches une discipline d'observation plus sévère. C'est lui qui jalonne dans la profondeur du corps humain les points de repère ou, si l'on veut, les poteaux indicateurs de la route opératoire ; il signale les plans à traverser, les organes qu'il faut éviter.

Le chirurgien ouvre une fenêtre dans le corps, l'anatomiste décrit et analyse le paysage que celui-ci aperçoit par cette fenêtre. L'anatomie devenue ainsi, comme l'on dit, topographique ou chirurgicale, prend une nouvelle animation. Au lieu d'être une sèche description, une sorte de plan d'architecte ou de plaque photographique du corps humain, elle prend l'aspect d'une peinture dont les valeurs lui sont fournies par les applications cliniques. En anatomie chirurgicale, tel ou tel organe qui, pour l'anatomiste de la salle de dissection, n'a pas plus d'importance qu'un autre, devient au contraire le personnage en vedette, le premier rôle d'une scène où les autres organes jouent le rôle de comparses ou même de décors.

Ce bref aperçu de l'histoire de l'anatomie montre que celle-ci n'est pas une science morte, à jamais fixée. Sans elle, la physiologie, la médecine, la chirurgie ressemblent à des édifices sans fondations. Comment connaître le fonctionnement d'un moteur si l'on ignore sa constitution? Comment réparer une maison si l'on ignore son agencement? L'anatomie est le premier degré que le médecin doit gravir pour pénétrer dans l'édifice médical, pour étudier les maladies qui nous assiègent. L'ascension de cette première marche est peut-être ingrate aux esprits qui ne sont pas épris de précision. Elle est attrayante pour tous ceux qui désirent lire le merveilleux livre de la nature, pour tous ceux que passionnent l'histoire de l'homme, la connaissance de sa structure, le mystère de son origine, le mystère de sa destinée.

CHAPITRE II

APPAREIL LOCOMOTEUR

L'APPAREIL locomoteur est essentiellement constitué par les os, les articulations et les muscles ; il comprend deux sortes d'éléments : les uns passifs, qui sont les os et les articulations, les autres actifs, qui sont les muscles. Il convient donc d'étudier successivement le squelette (c'est la partie de l'anatomie à laquelle on donne le nom d'Ostéologie), les articulations (Arthrologie) et les muscles (Myologie).

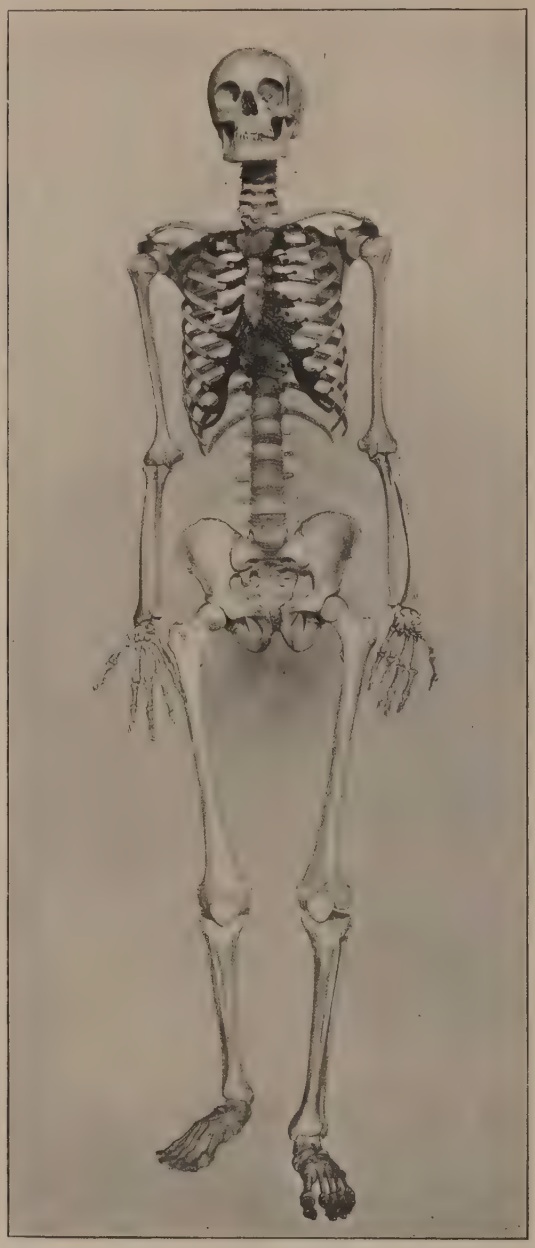


Fig. 10. — SQUELETTE HUMAIN ✍ Squelette d'homme, vu de face. (*Muséum d'Histoire naturelle*, Cl. Hachette.)

LE SQUELETTE

Les os sont des organes durs et résistants. Ils servent de leviers aux muscles, ils soutiennent les organes plus souples et les parties molles et constituent même parfois des cavités qui les protègent.

Le squelette osseux apparaît chez les animaux élevés en organisation, et c'est là un fait d'une telle importance qu'il a servi de base à la division du monde zoologique en deux grands groupes : les *invertébrés* et les *vertébrés*. Envisagé encore à un point de vue général, il offre des caractères différentiels de premier ordre dans la détermination des classes, des genres et des espèces : tout appareil y laisse en effet ses traces, son empreinte. Cette empreinte est telle qu'il suffit de retrouver les ossements d'un animal disparu pour reconstituer la forme de celui-ci. Les fossiles permettent ainsi de suivre la filiation des espèces actuelles dans le passé. Le squelette de l'homme, comme celui des autres animaux, livre, à qui sait le regarder, les secrets de la forme de l'homme disparu. D'un simple coup d'œil jeté sur le squelette facial, l'anthropologiste reconnaît rapidement si la tête appartient à la race mongole, nègre ou blanche.

CONSTITUTION GÉNÉRALE DU SQUELETTE

Le squelette humain (fig. 10) comprend une longue tige polyarticulée, la *colonne vertébrale*, qui est placée sur le plan médian ; le *squelette de la tête*, constitué par l'ovoïde cranien auquel la face est appendue, la surmonte. La colonne vertébrale constitue le *squelette axial*. Elle est réellement le centre de toute l'architecture, l'armature principale sur laquelle prennent appui les *ceintures des membres* et par l'intermédiaire de celles-ci les membres eux-mêmes. Sur la colonne vertébrale se fixent encore d'autres os, les *côtes*, qui forment avec le *sternum* une cage à claire-voie, le *thorax*, où prennent place le cœur et les poumons. Le membre supérieur implante sa ceinture, constituée par deux os, la *clavicule* et l'*omoplate*, sur la cage thoracique. A la partie inférieure, la colonne vertébrale s'enfonce en coin entre les deux *os iliaques* pour former le *bassin*. Sur celui-ci s'implante le squelette des membres inférieurs.

L'examen de chacune des pièces squelettiques nous renseigne sur sa fonction mécanique. C'est ainsi qu'aux membres nous constatons soit des os longs, soit des os courts, suivant l'amplitude des mouvements réservés aux segments du membre. Au crâne, les os sont plats pour constituer à des organes fragiles des cavités de réception et de protection. Par ailleurs, d'autres os plats, telle l'omoplate, ne seront qu'une large surface d'insertion musculaire. L'adaptation des os à leur fonction mécanique se révèle encore par les détails de chacun d'eux : telle saillie osseuse, ou *apophyse*, signale l'insertion du muscle puissant dont la traction a déterminé cette éminence ; telle gouttière est creusée par un vaisseau ou un tendon ; les extrémités articulaires ont des surfaces polies comme par le frottement, et leur forme, leur étendue sont en rapport intime avec la forme et l'étendue de leurs mouvements. On pourrait multiplier les exemples. En somme, le tissu osseux, malgré sa dureté et son apparence d'immutabilité, est le tissu le plus malléable, à la condition que l'influence

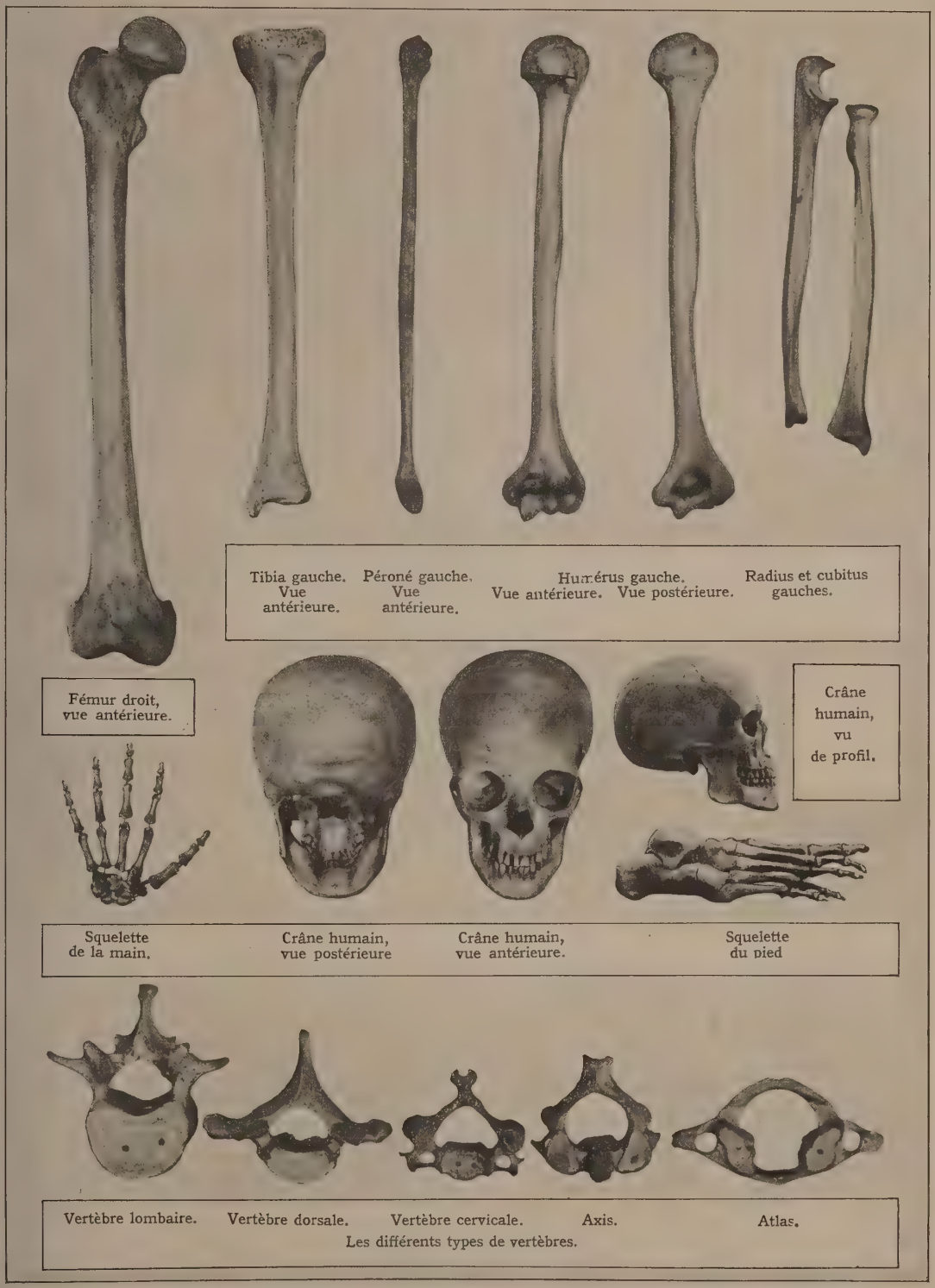


Fig. 11. — LES OS DU CRANE, DE LA COLONNE VERTÉBRALE ET DES MEMBRES DE L'HOMME.

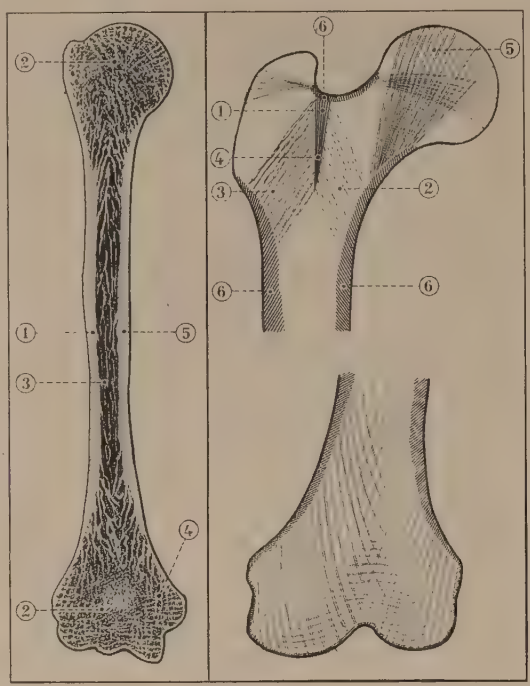


Fig. 12. — ARCHITECTURE DES OS ▫ *A gauche :* Coupe d'un os long adulte. — 1. *Diaphyse.* — 2. 2. *Epiphyses.* — 3. *Canal médullaire.* — 4. *Tissu spongieux.* — 5. *Tissu compact.* ▫ *A droite :* Figures schématiques destinées à montrer la disposition des lamelles osseuses dans le tissu spongieux. ▫ *En haut :* dans l'extrémité supérieure du fémur. — 1. *Système ogival.* — 2. *Pilier interne de l'ogive.* — 3. *Pilier externe de l'ogive.* — 4. *Clef de voûte.* — 5. *Éventail de sustentation.* — 6. 6. 6. *Tissu compact.* (D'après Delbet et Basset.) ▫ *En bas :* Extrémité inférieure du fémur. (Moreaux, del.)

mécanique qui s'exerce sur lui dure longtemps. Pendant la croissance et même à l'âge adulte, l'os se remanie continuellement sous l'influence des vaisseaux nourriciers qui en assurent la vitalité et des nerfs qui donnent une sensibilité particulière, sensibilité profonde et inconsciente, utile à l'accomplissement des mouvements.

STRUCTURE ET ARCHITECTURE DE L'OS

La substance osseuse peut prendre deux aspects : serrée et dense, elle forme le *tissu compact* ; formée par un entrecroisement de lamelles qui circonscrivent de petites cavités remplies d'une substance molle, dite moelle osseuse, elle devient le *tissu spongieux*. Le microscope nous apprend, d'ailleurs, que la structure intime du tissu osseux est la même pour tous les os, quel que soit leur aspect.

Les différences d'aspect et de structure macroscopique sont en rapport avec la fonction mécanique de l'os. L'examen d'un os long, par exemple le fémur d'un individu en voie de croissance, nous en donne le volume. La forme générale de l'os est celle d'un cylindre terminé par deux extrémités renflées. Celles-ci sont constituées par une masse de tissu spongieux entourée d'une mince lame de tissu compact, lame qui fait défaut sur la surface articulaire revêtue à l'état frais par du cartilage. Ces extrémités portent le nom d'*épiphyses*. La partie cylindrique, le fût de l'os ou corps, porte le nom de *diaphyse*. Celle-ci est faite de *tissu compact* qui atteint sa plus grande épaisseur à la partie moyenne et n'en occupe que la périphérie. Le cylindre diaphysaire est en effet creusé d'une cavité qui ne pénètre pas dans les épiphyses. Cette cavité, ou canal médullaire, contient, comme les aréoles du tissu spongieux, la *moelle osseuse*, substance pulpeuse, rouge chez l'enfant, jaune chez l'adulte et dont la fonction principale est de fournir, avec d'autres organes, les globules sanguins.

Sur l'os en voie de croissance, on constate encore que la diaphyse est séparée des épiphyses par une bande d'un ou deux millimètres d'épaisseur, de couleur bleutée, que le couteau coupe facilement et qui est de nature cartilagineuse. Ce trait d'union diaphyso-épiphysaire est le *cartilage de conjugaison*. C'est grâce à lui que l'os long s'accroît en longueur ; sa suppression entraîne l'arrêt de la croissance ; il siège donc dans la région la plus fertile de l'os, mais elle en est aussi la plus fragile et la plus exposée aux maladies. Lorsque la croissance est terminée, il disparaît et la soudure de la diaphyse et de l'épiphyse s'accomplit. Autour de la diaphyse, si l'os est frais, nous apercevons encore une membrane souple, le *périoste*. Cette membrane assure l'accroissement de l'os en épaisseur : elle suffit à régénérer l'os enlevé lorsque l'individu est jeune. Détachée de l'os et transplantée, elle produit du tissu osseux. Il est donc important de respecter le cartilage de conjugaison, en chirurgie osseuse, et la membrane périostique lorsqu'on est obligé de sacrifier un fragment osseux.

La coupe du fémur que nous avons sous les yeux (fig. 12) permet encore de constater que les lamelles osseuses des extrémités — et ceci est bien de toute évidence pour l'extrémité supérieure — ne sont pas groupées de façon indifférente. Elles s'y ordonnent, comme on le voit, en groupes de travées qui constituent un double système de lignes de force destinées à recueillir et à transmettre les pressions que reçoit la tête du fémur. Le *groupe interne* se porte en haut et en dehors, il est soumis à des *efforts de pression* ; le groupe externe, qui croise l'axe de l'extrémité supérieure du fémur sous un angle de 45 degrés comme le système précédent, est soumis à des *efforts de traction*. Ces deux systèmes se font équilibre : les éléments moléculaires composant les lignes de force tendent à se rapprocher les uns des autres dans le système interne et au contraire tendent à s'écarter dans le système externe. Cette architecture, comparable au point de vue mécanique à une grue, ressemble grossièrement à la crosse d'une canne ; lorsqu'on s'y appuie, les fibres de la partie convexe sont soumises à des efforts de traction, tandis que les fibres de la partie concave résistent à des efforts de pression. Si l'on appuie

trop vigoureusement, les fibres du bois se rompent longitudinalement sur la face convexe tandis qu'elles se plient sur la face concave. Le tissu compact de la diaphyse recueille ces différents ordres de force et se condense en tissu compact, tandis qu'au centre, c'est-à-dire au niveau du canal médullaire, les pressions sont nulles, d'où l'absence de tissu osseux. Quel que soit l'os considéré, on retrouve toujours le même dispositif architectural constitué par des travées s'entrecroisant à la façon d'ogives successives, ordonnées en systèmes qui s'équilibrent. Cette architecture est si bien adaptée à son rôle mécanique qu'il est facile, en examinant la direction des travées osseuses de n'importe quel os, de déterminer son rôle récepteur et la répartition des pressions ou tractions qu'il supporte.

OSSIFICATION ET ACCROISSEMENT DU SQUELETTE

La substance osseuse se développe soit directement dans le tissu conjonctif, soit dans une ébauche cartilagineuse (Voir *Histologie*). Un premier point d'ossification commence à paraître et porte le nom de *point primitif*. Plus tard d'autres points, *points secondaires ou complémentaires*, se montrent dans les épiphyses, s'il s'agit d'un os long, ou au niveau de certaines apophyses volumineuses (grand trochanter, apophyses vertébrales, etc.).

Nous avons vu que le cartilage de conjugaison était l'élément qui assurait l'accroissement en longueur des os longs et que le périoste assurait l'augmentation en épaisseur. La disparition du cartilage de conjugaison concorde avec l'arrêt de la croissance.

Le développement en longueur et le développement en épaisseur évoluent généralement en sens inverse; de même, l'accroissement en longueur ne se fait pas simultanément sur tous les os et l'on sait que l'apparence de l'enfant varie suivant l'âge. A la naissance, les deux parties supérieure et inférieure du corps, séparées par une ligne passant au niveau de l'ombilic, sont à peu près égales en longueur. A la fin de la première année, le rapport n'est plus le même, car les membres inférieurs se sont accrus considérablement. Ceux-ci doublent leur longueur dans les deux sexes avant la troisième année. Après la puberté la taille doit la plus grande part de son accroissement au buste, tandis qu'auparavant elle le doit aux membres inférieurs. Le membre supérieur double sa longueur (moins les mains), entre quatre et cinq ans, et ce sont les os de l'avant-bras qui croissent le plus rapidement.

Ces phénomènes de croissance suivent des lois bien mises en évidence par Godin. Les principales sont les suivantes :

1° *Lois pubertaires.* — *a.* La taille doit la plus grande part de son développement aux membres inférieurs avant la puberté, au buste après la puberté ;

b. La croissance en longueur l'emporte avant la puberté, c'est l'inverse pendant et après elle.

2° *Lois des alternances ou lois de bascule.* — *a.* L'os long grossit et s'allonge alternativement ;

b. La croissance est d'intensité inégale pour les différents os et par suite pour les différentes régions. D'où il suit que les proportions du corps humain varient suivant les âges (Dally).

3° *Lois des proportions.* — *a.* Il existe trois phases dans l'évolution des variations présentées par les proportions de longueur et de largeur du corps, au cours de la croissance ; la première phase s'étend de la naissance à six ans, la deuxième de six à quinze ans, et la troisième de quinze ans à l'âge adulte (fig. 13).

b. Si l'accroissement proportionnel est supérieur à celui de la stature pour un segment du corps, il lui est inférieur pour le segment situé immédiatement au-dessous ou au-dessus. C'est ainsi qu'un enfant de 1 m. 50 qui présenterait un humérus (os du bras) répondant à une taille de 1 m. 60 aurait des os de l'avant-bras d'une longueur répondant à une taille inférieure à 1 m. 50.

Lois de Dally. — « Il n'existe aucune relation appréciable entre l'aptitude intellectuelle générale et la taille à un âge donné. »

« Les conditions dans lesquelles vivent les individus n'influencent pas sensiblement la taille finale, mais le mode de croissance. »

Il serait facile d'illustrer par de nombreux exemples les lois que nous venons d'énoncer. On connaît le type de l'enfant dégingandé au moment de la puberté, cet âge ingrat, où les membres inférieurs allongés et la musculature encore trop faible donnent un aspect maladroit et disgracieux à l'adolescent qui subit la crise pubertaire.

Depuis longtemps, les parents ont observé la loi de bascule et les lois des proportions. De même ils connaissent la loi de dissociation physiologique de Variot, laquelle énonce que la taille et le poids n'augmentent pas simultanément.

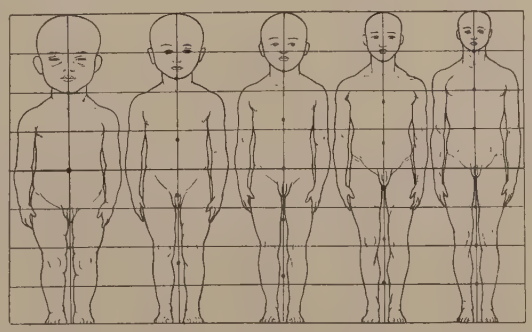


Fig. 13. — LES DIFFÉRENTS SEGMENTS DU CORPS SUIVANT L'AGE ▰ Ce dessin schématique, imité de Stratz, montre que les proportions relatives de la tête, du tronc, etc., par rapport à l'ensemble du corps, varient suivant l'âge du sujet. On remarquera notamment que la ligne horizontale partageant le corps en deux moitiés passe, à la naissance, à hauteur de l'ombilic et, à l'âge adulte, à la hauteur du pubis. (Moreaux, del.)

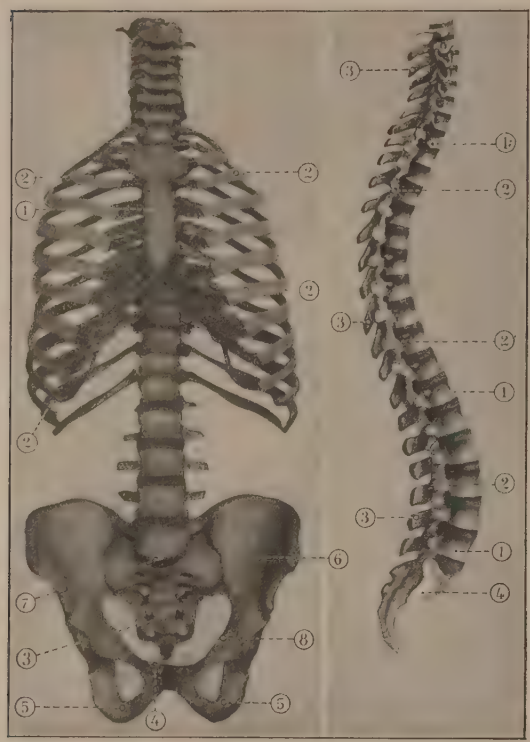


Fig. 14. — COLONNE VERTÉBRALE, THORAX ET BASSIN ✐ *A droite :* Colonne vertébrale, vue de profil. — 1. 1. 1. *Corps vertébraux.* — 2. 2. 2. *Apophyses transverses.* — 3. 3. 3. *Apophyses épineuses.* — 4. *Sacrum.* ✐ *A gauche :* Colonne vertébrale, thorax et bassin, vus de face. — 1. *Sternum.* — 2. 2. 2. 2. *Côtes.* — 3. *Sacrum.* — 4. *Pubis.* — 5. 5. *Ischion.* — 6. *Ilion.* — 7. *Promontoire.* — 8. *Détroit supérieur.*

LES DIFFÉRENTES PIÈCES DU SQUELETTE

Le squelette axial comprend la colonne vertébrale et une partie du crâne. Après avoir décrit colonne, crâne, face et cage thoracique, nous examinerons le squelette des membres.

COLONNE VERTÉBRALE. ✐ ✐ La colonne vertébrale ou rachis comprend trente-trois vertèbres dont vingt-quatre sont indépendantes, tandis que neuf sont soudées pour constituer le sacrum et le coccyx. Chaque vertèbre libre comprend (fig. 11) : 1° un *corps* situé en avant et ayant la forme d'une portion de cylindre ; 2° un *arc* situé en arrière et qui limite le trou vertébral ; 3° enfin, des *apophyses* dont les unes, *apophyses articulaires*, s'adaptent aux apophyses similaires des vertèbres contiguës, dont les autres, *apophyses transverses*, placées latéralement, et *apophyse épineuse*, placée en arrière, sont des surfaces d'insertion musculaire. Les apophyses transverses et articulaires sont reliées au corps par des portions étroites, les *pédicules*, dont les échancrures délimitent avec les échancrures des vertèbres voisines *les trous de conjugaison*, orifices que traversent les nerfs rachidiens.

Les vertèbres présentent des différences suivant les régions où on les considère. Au cou, elles sont peu élevées, l'apophyse transverse est percée d'un trou, l'apophyse épineuse est bifurquée. A la région dorsale, chaque corps présente une demi-facette supérieure et inférieure destinée à l'articulation des côtes. Aux lombes, le corps n'a pas de facette articulaire et l'apophyse épineuse, quadrilatère, est horizontale.

Certaines vertèbres adaptées à des fonctions particulières présentent des caractères individuels marqués : tel, l'*atlas*, première vertèbre cervicale, sur laquelle repose le crâne ; il a la forme d'une bague dont les masses latérales sont creusées pour recevoir les condyles de l'occipital ; telle encore la deuxième cervicale, l'*axis* ; elle présente un pivot ou dent, qui, engagé dans l'anneau de l'atlas, permet le mouvement de rotation de la tête (fig. 11) ; telle la septième vertèbre cervicale qui a une épine proéminente. Enfin, à la partie inférieure de la colonne vertébrale, la soudure des vertèbres constitue un os particulier, le *sacrum*. Il a la forme d'un coin à sommet inférieur intercalé entre les deux os iliaques. Aux cinq vertèbres qui le forment succède le *coccyx*, dont les trois pièces vertébrales représentent, atrophié, le squelette de la queue des mammifères.

Envisagée dans son ensemble, la colonne vertébrale mesure de 73 à 75 centimètres chez l'homme adulte. Elle n'est pas rectiligne, mais présente *quatre courbures, cervicale, dorsale, lombaire* et *sacrée*, qui se succèdent de haut en bas, la première et la troisième étant convexes en avant, la seconde et la quatrième convexes en arrière (fig. 14).

La courbure lombaire, spéciale à l'homme, est, comme nous le verrons plus loin, une conséquence de la station bipède. Elle est plus accentuée chez la femme : « La grossesse, qui oblige la colonne dorsale à se reporter en arrière et impose aux muscles lombaires, extenseurs et incurvateurs, un effort proportionnel au poids surajouté du côté de la flexion, en est sans doute la cause. Il est naturel de croire que c'est l'attitude de la grossesse qui, poursuivie dans une série incalculable de générations, a fini par créer un type héréditaire et original indiqué vaguement dès le premier âge, nettement accusé à la puberté, et recevant tout son développement par les fonctions maternelles de la gestation et du port de l'enfant allaité » (Charpy). Il est souhaitable d'ailleurs que cette courbure lombaire ne soit pas exagérée. Cette exagération ou ensellure entraîne l'obliquité du bassin et celle de la paroi abdominale ; comme conséquence, elle trouble la statique des organes abdominaux. Certaines modes, tel le port des talons hauts, augmentent encore cette prédisposition en projetant le centre de gravité en avant.

Les courbures de la colonne sont acquises. La colonne de l'enfant est en effet à peu près droite à la naissance. Le redressement de la tête vers le sixième mois entraîne la courbure cervicale, tandis que la courbure lombaire se dessine lorsque l'enfant redresse ses membres inférieurs et commence à marcher.

THORAX. ▱ ▱ Le thorax est une cage à claire-voie de 25 à 27 centimètres de hauteur en arrière, de 32 à 34 centimètres sur les côtés, de 12 centimètres en avant. Elle est constituée par la *colonne vertébrale* en arrière, par le *sternum* en avant et latéralement par les *côtes* (fig. 14).

Les *côtes*, au nombre de douze de chaque côté, sont des os allongés et plats présentant une double courbure, l'une d'enroulement, l'autre de torsion.

Implantées sur la colonne vertébrale où elles s'articulent avec le corps et l'apophyse transverse, elles viennent se terminer, les sept premières directement sur le sternum par l'intermédiaire d'un cartilage, tandis que les huitième, neuvième et dixième rejoignent le septième cartilage costal par un cartilage qui leur est commun ; les onzième et douzième côtes sont flottantes, n'étant unies à rien en avant.

Sur le vivant, la cage thoracique est soumise à des phénomènes d'ampliation et de retrait qui sont en rapport avec le fonctionnement des poumons. La forme des côtes et la flexibilité de leurs cartilages permettent cette ampliation et ce retrait de la cage thoracique sous l'influence des mouvements respiratoires. L'ampliation se mesure à la partie inférieure du sternum, à l'appendice xiphoïde, à l'aide d'un ruban métrique placé horizontalement pendant l'inspiration maxima et pendant l'expiration maxima. La différence des deux chiffres mesure l'élasticité du thorax. L'*indice thoracique* est le rapport du diamètre transversal maximum multiplié par 100 au diamètre antéro-postérieur maximum. Cet indice atteint 140 chez l'homme adulte. Une cage thoracique large s'accompagne d'épaules larges et d'une cavité abdominale étendue transversalement, et contient en général de bons poumons. Tout exercice qui ne cherche pas à développer chez l'enfant cette amplitude du thorax peut compromettre la résistance de l'appareil pulmonaire : pareil reproche peut être adressé au corset qui, comprimant les huitième, neuvième et dixième côtes, donne au thorax, en le déformant, l'aspect d'un baril, tandis qu'il refoule les poumons et le cœur en haut, abaisse le foie sur lequel s'impriment les côtes et refoule à la partie inférieure de l'abdomen l'estomac et l'intestin.

Le *sternum*, qui ferme la cage thoracique en avant, a été comparé, pour sa forme, à une épée. Il est, en effet, plat, possède une partie supérieure large, qui représente assez bien la poignée de l'arme, et une pointe, qui a reçu le nom d'appendice xiphoïde.

Il a une longueur de 19 centimètres en moyenne et se compose, en réalité, de quatre pièces osseuses soudées entre elles.

CRANE. ▱ ▱ Le crâne est une boîte osseuse de forme ovoïde (fig. 11) qui loge et protège la partie la plus noble du système nerveux central, l'encéphale. Huit os le constituent. Quatre sont impairs : le *frontal*, l'*ethmoïde*, le *sphénoïde* et l'*occipital* ; quatre sont pairs, les deux *pariétaux* et les deux *temporaux*.

Envisagée dans sa configuration générale, la boîte cranienne présente une voûte et un plancher ou base. C'est la voûte qui donne à la partie supérieure de la tête sa forme. Celle-ci est variable, mais l'anthropologie distingue à ce point de vue deux grandes classes : les crânes allongés ou *dolichocéphales* et les crânes larges ou *brachycéphales*.

La voûte cranienne est constituée d'avant en arrière : par le *frontal*, dont les deux bosses plus ou moins développées en avant modèlent le front ; par les deux *pariétaux*, dont les saillies se révèlent sur les parties latérales de la tête, et par l'écaille de l'os *occipital*, plus ou moins proéminente en arrière suivant les sujets. A ce niveau existe une saillie médiane, la protubérance occipitale externe ou occiput. Latéralement, la voûte est complétée

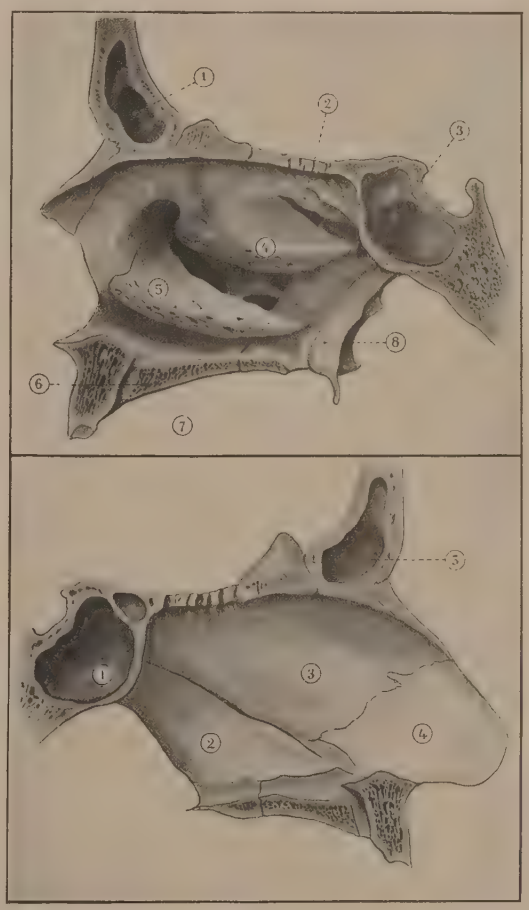


Fig. 15. — FOSSES NASALES ▱ Les fosses nasales sont le lieu de passage et de réchauffement de l'air inspiré. ▱ *En haut :* Paroi externe (le côté antérieur est à gauche sur la figure). — 1. *Sinus frontal.* — 2. *Cornet supérieur.* — 3. *Sinus sphénoïdal.* — 4. *Cornet moyen.* — 5. *Cornet inférieur.* — 6. *Voûte du palais.* — 7. *Cavité buccale.* — 8. *Apophyse ptérigoïde.* ▱ *En bas :* Paroi interne (le côté antérieur est à droite sur la figure). — 1. *Sinus sphénoïdal.* — 2. *Vomer.* — 3. *Lame verticale de l'ethmoïde.* — 4. *Cartilage de la cloison.* — 5. *Sinus frontal.* (Moreaux, del.)

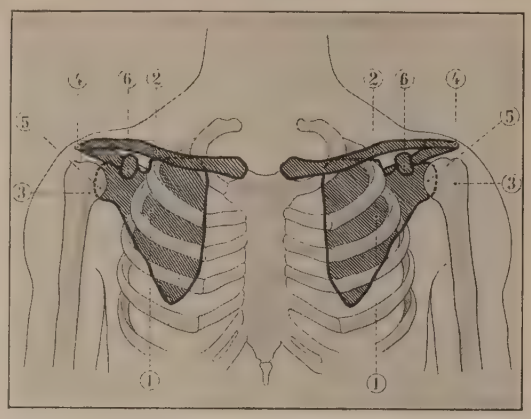


Fig. 16. — CEINTURE THORACIQUE ✎ La clavicule et l'omoplate qui forment cette ceinture sont dessinées en noir, les autres parties du thorax et l'humérus étant plus clairs. Certaines parties de l'omoplate sont tracées en pointillé lorsqu'elles sont situées derrière une autre pièce osseuse. — 1. *Omoplate.* — 2. *Clavicule.* — 3. *Humérus.* — 4. *Acromion.* — 5. *Cavité glénoïde.* — 6. *Apophyse coracoïde.* (Moreaux, del.)

par les écailles de l'os *temporal* et par les grandes ailes du *sphénoïde*.

Des sutures dentelées unissent entre eux ces différents os qui s'engrènent ainsi à la façon de pièces d'un jeu de patience. Chez le jeune bébé, il n'en est pas ainsi ; il existe en effet entre les différents os de la voûte des portions membraneuses que l'on appelle les *fontanelles*. La plus étendue est la fontanelle médiane antérieure située à l'union du frontal et des deux pariétaux. Ces fontanelles laissent au crâne la possibilité de se développer et de suivre l'accroissement du cerveau.

L'union de la voûte à la base du crâne n'est marquée par aucun signe particulier ; elle se fait suivant une ligne virtuelle qui passerait, en avant, au niveau de l'orbite par l'apophyse orbitaire externe, suivrait, sur les côtés, l'arcade zygomatique, gagnerait l'apophyse mastoïde en arrière du conduit auditif externe et aboutirait à la protubérance occipitale externe en longeant la ligne courbe supérieure de cet os. La base du crâne vue par sa face extérieure présente une zone antérieure qui répond à l'insertion du squelette de la face, percée de nombreux orifices, et une zone postérieure ou occipitale (fig. 11).

Vue intérieurement, la base forme trois degrés ou étages dont le plus élevé est en avant. L'*étage antérieur* répond latéralement au plafond des orbites et sur la ligne médiane à la partie supérieure de l'*ethmoïde*, dont la lame criblée laisse passer les filets olfactifs qui s'épanouissent dans la muqueuse nasale. Il est perforé en arrière par les *trous optiques*, dans lesquels s'engagent les nerfs optiques ou nerfs de la vision.

L'*étage moyen* se creuse sur la ligne médiane en une excavation, la *selle turcique*, qui loge la glande pituitaire ou hypophyse et que flanquent latéralement deux fosses percées de nombreux orifices.

L'*étage postérieur*, creusé latéralement en deux cupules qui reçoivent les lobes du cervelet, est perforé en son milieu par un orifice très large, le trou occipital, qui fait communiquer la boîte cranienne avec le canal vertébral et livre passage au système nerveux central qui unit la moelle épinière à l'encéphale. Cet étage postérieur est séparé de l'étage moyen par un os très dur, le *rocher* ou portion pétreuse de l'os temporal. C'est dans l'intérieur du rocher que sont creusées les cavités de l'oreille moyenne et de l'oreille interne. C'est encore lui que traverse l'artère carotide interne pour gagner l'intérieur du crâne où ses branches irrigueront le cerveau et l'appareil oculaire. Extérieurement le rocher se continue avec l'*apophyse mastoïde*, portion du temporal en quelque sorte poreuse, creusé de nombreuses cellules qui communiquent, par l'intermédiaire d'une cellule particulière appelée *antre*, avec l'oreille moyenne.

FACE. ✎ ✎ Le squelette de la face est essentiellement constitué par les deux mâchoires, supérieure et inférieure.

La mâchoire supérieure comprend deux os principaux, les *maxillaires supérieurs*, soudés entre eux sur la ligne médiane ; leur bord alvéolaire en forme de fer à cheval est creusé d'alvéoles destinés à recevoir les dents. Autour des deux maxillaires supérieurs viennent se grouper une série d'os appartenant aux appareils masticateur, respiratoire ou visuel. Tous ces os de la partie supérieure de la face sont légers, constitués par des lames osseuses très minces : certains sont creusés de cavités. C'est ainsi que le corps du maxillaire supérieur est évidé en une vaste chambre, le *sinus maxillaire* ou antre d'Highmore. Les apophyses montantes de l'os s'unissent d'une part avec les os nasaux pour circonscrire l'orifice antérieur osseux des fosses nasales, et d'autre part avec l'*unguis* pour constituer à la partie interne des orbites une gouttière qu'occupe le sac lacrymal. A la partie externe, le maxillaire supérieur présente un prolongement, l'*apophyse zygomatique*, qui s'unit à l'*os malaire* ou os de la pommette. En bas, d'autres apophyses, dites *palatines*, soudées sur la ligne médiane, s'unissent en arrière avec la portion horizontale des os palatins pour constituer la voûte du palais : ainsi s'établit une cloison qui forme la voûte de la cavité buccale et le plancher des fosses nasales.

La partie inférieure de la face n'est occupée que par un seul os, le *maxillaire inférieur* ou mandibule. Tandis que les autres pièces faciales sont soudées entre elles et immobiles, celui-ci s'articule avec la base du crâne et jouit de la mobilité nécessaire à la mastication. C'est sur le maxillaire inférieur que s'insèrent d'ailleurs les muscles masticateurs qui assureront les mouvements d'abaissement, d'élévation et de latéralité nécessaires à la trituration des aliments solides.

L'union du crâne et de la face détermine en certaines régions des cavités dont les plus importantes sont les *orbites* et les *fosses nasales*.

Les *cavités orbitaires* qui logent l'appareil de la vision

sont séparées l'une de l'autre par la partie supérieure des fosses nasales. Elles ont la forme d'une pyramide quadrangulaire dont la base ou ouverture faciale regarde en avant et légèrement en dehors. Le pourtour de cette base est cerné par les arcades orbitaires ; les supérieures ou arcades sourcilières proéminent, recouvrant et protégeant ainsi sur le vivant le globe de l'œil. En dehors, la base de l'orbite s'efface, permettant au regard de se porter latéralement. Les parois orbitaires répondent en haut à la cavité cranienne, en bas au sinus maxillaire, en dedans aux fosses nasales et à l'ethmoïde, en dehors à la fosse temporale. De nombreux orifices mettent en relation cette cavité avec les régions voisines : le canal optique, la fente sphénoïdale, les conduits ethmoïdaux apportent au globe de l'œil et à ses annexes les nerfs et les vaisseaux nécessaires à son fonctionnement ; le canal nasal conduit les larmes dans les fosses nasales.

Les *fosses nasales* (fig. 15), destinées à la respiration et à l'olfaction, sont deux couloirs aplatis transversalement, situés à droite et à gauche du plan médian. Une cloison formée par un os, le *vomer*, et complétée par des cartilages, les sépare l'une de l'autre. Sur la paroi externe, des os minces, légèrement enroulés en volutes, les *cornets*, augmentent la surface de la muqueuse nasale ; enfin les cavités creusées dans les os du crâne et de la face, et que l'on désigne du nom de *sinus* osseux, viennent y déboucher : sinus *frontaux*, *sphénoïdaux*, *maxillaires*, *cellules ethmoïdales*. Sur le vivant, ces cavités, tapissées par une muqueuse semblable à celle des fosses nasales, constituent la principale porte d'entrée de l'air qui s'y humidifie et s'y réchauffe.

La face, telle que nous venons de la décrire, n'occupe, chez l'enfant, qu'une faible partie de la tête : le bébé est tout en crâne et en ventre. Sa face est comme aplatie dans le sens vertical. Plus tard, le développement de la fonction respiratoire et de la mastication provoque un allongement et un écartement, dans le sens de la hauteur, des maxillaires supérieur et inférieur. L'évolution dentaire contribue encore à cette augmentation des dimensions verticales. Chez le vieillard, la chute des dents et l'usure des bords alvéolaires qui en est la conséquence réduisent à nouveau la hauteur faciale ; mais, tandis que chez l'enfant le menton à peine développé est fuyant, chez le vieillard il s'avance à la rencontre du nez.

En dehors des vertèbres cervicales, le cou ne possède qu'un petit os, l'*os hyoïde*, qui donne insertion à la base de la langue, à des muscles du pharynx et du larynx et à des muscles du cou : il s'élève et s'abaisse pendant les mouvements de déglutition.

MEMBRE SUPÉRIEUR. Le membre supérieur, extrêmement mobile et adapté à la fonction de préhension, est rattaché au tronc par deux os, la *clavicule* et l'*omoplate*. Tous les deux, unis l'un à l'autre, forment une ceinture appelée thoracique à cause de ses connexions (fig. 16).

L'*omoplate* est en arrière : c'est un os plat triangulaire dont la face postérieure est divisée en deux fosses, l'une supérieure et l'autre inférieure, par une longue épine que termine en dehors une saillie en forme de spatule, l'*acromion*. La face antérieure est appliquée contre le thorax, mais aucune articulation ne rattache cet os au tronc. Seuls, des muscles assurent sa fixité. Cette particularité lui donne une grande mobilité, liée et nécessaire à l'indépendance du membre supérieur. Remarquons qu'à l'angle externe de l'os il existe une surface articulaire, la *cavité glénoïde*, destinée à s'articuler au membre supérieur.

La *clavicule*, allongée en forme d'S italique, s'articule en dedans avec la fourchette sternale, et en dehors avec l'acromion. Des ligaments la réunissent aussi à la première côte et à l'omoplate ; elle est donc relativement bien fixée, formant un arc-boutant transversal qui reporte en dehors tout le membre supérieur et le dégage de la cage thoracique.

Le squelette du membre supérieur comprend l'*humérus*, os du bras, le *radius* et le *cubitus*, os de l'avant-bras, enfin le squelette de la *main* (fig. 11). Quelques points de repères osseux importants à connaître pour les mensurations du membre sont déterminés par des apophyses bien visibles et faciles à sentir sous la peau. A la partie supérieure du bras, l'*acromion* forme l'épaulette. Au niveau du coude, deux apophyses qui appartiennent à l'humérus, l'*épicondyle* en dehors, l'*épitrochlée* en dedans, sont situées au-dessus de l'extrémité articulaire de l'humérus. A la face postérieure du coude proémine l'*olécrane*, qui appartient au cubitus. Au niveau du poignet, le radius et le cubitus présentent chacun un prolongement, les *apophyses styloïdes*, radiale et cubitale.

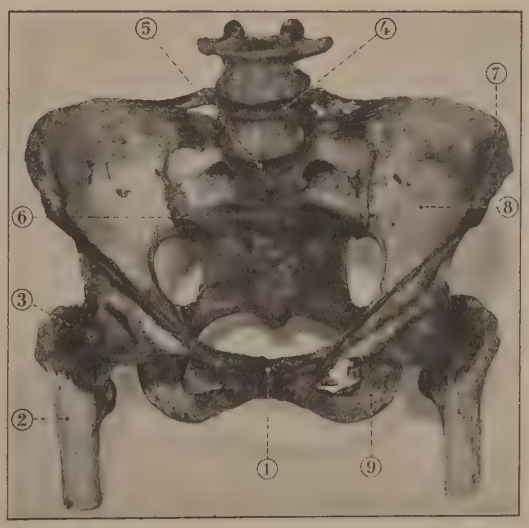


Fig. 17. — LE BASSIN HUMAIN 1. *Pubis*. — 2. *Fémur*. — 3. *Articulation de la hanche*. — 4. *Vertèbres lombaires*. — 5. *Promontoire*. — 6. *Sacrum*. — 7. *Crête iliaque*. — 8. *Fosse iliaque*. — 9. *Ischion*. (*Muséum*, Cl. Hachette.)

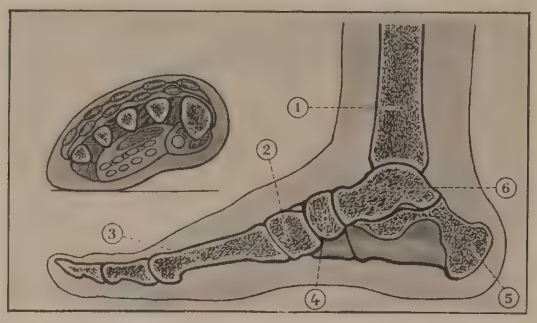


Fig. 18. — VOUTE PLANTAIRE ⌀ Coupe antéro-postérieure (*à droite*). Coupe transversale (*à gauche*). On voit que le pied repose en arrière sur le calcanéum (talon postérieur) et en avant sur la tête des métatarsiens (talon antérieur). Latéralement, il repose sur son bord externe. — 1. *Tibia.* — 2. *Cunéiforme.* — 3. *Un métatarsien.* — 4. *Scaphoïde.* — 5. *Calcanéum.* — 6. *Astragale.* — La figure en haut, à gauche, est une coupe verticale et transversale montrant les rapports affectés entre eux par les os et les muscles du pied. (Moreaux, del.)

Le squelette de la main comprend trois segments, le *carpe*, le *métacarpe* et les *phalanges*. Le carpe présente huit os, petits et courts, disposés en deux rangées. Le premier rang comprend, de dehors en dedans, le *scaphoïde* (os en forme de barque), le *semi-lunaire*, le *pyramidal* et le *pisiforme* (gros comme un petit pois). Les trois premiers os s'articulent avec le radius et le cubitus. La rangée inférieure est constituée par le *trapèze*, le *trapézoïde*, le *grand os*, en forme de bouchon de champagne, et l'*os crochu*. Leur face supérieure répond à la première rangée, leur face inférieure aux métacarpiens.

Les *métacarpiens* sont au nombre de cinq, chacun correspond à un doigt. Les *phalanges*, au nombre de trois pour chaque doigt, à l'exception du pouce qui n'en a que deux, sont, comme les métacarpiens, de petits os appartenant au groupe des os longs.

MEMBRE INFÉRIEUR. ⌀ ⌀ Le squelette du membre inférieur présente des pièces homologues à celles du membre supérieur. Il est rattaché au tronc par une ceinture, le *bassin* ou *pelvis* (fig. 17), que concourent à former les deux os *iliaques*, le *sacrum* et le *coccyx*. Cette ceinture ne sert pas uniquement de point d'attache aux membres inférieurs ; elle fait encore partie de la cavité abdominale, loge de nombreux organes et prend une importance considérable dans les fonctions de reproduction chez la femme.

Sur les côtés, les os iliaques ou os coxaux s'évasent en haut, présentant sur leur face externe et interne deux fosses, les *fosses iliaques* où s'insèrent en dehors les muscles fessiers, en dedans le muscle iliaque. Au-dessous de la fosse iliaque externe, s'aperçoit la cavité cotyloïde, excavation profonde destinée à loger la tête du fémur ; enfin, au-dessous de celui-ci se voit le *trou obturateur*. La face interne est partagée en son milieu par une crête ou *détroit supérieur* ; en arrière de cette crête se dessine la *facette auriculaire*, dont les aspérités rugueuses vont s'engrener avec celles que présente la surface homologue du sacrum.

L'os iliaque est cerné par des bords irréguliers. Le bord supérieur dessine une longue ligne d'insertion en forme de crête, allongée en S. Le bord inférieur présente une facette, la facette pubienne, qui s'articule avec la facette similaire de l'os opposé pour former la *symphyse du pubis*. Le bord antérieur présente une série de saillies : *épines iliaques antéro-supérieure* et *antéro-inférieure*, *éminence ilio-pectinée*, *crête pectinéale*, *épine du pubis*, toutes saillies destinées à des insertions musculaires ou fibreuses et que séparent des échancrures sur lesquelles glissent des organes venus de la cavité abdominale pour atteindre le membre inférieur. Le bord postérieur, aussi tourmenté que le bord antérieur, présente deux échancrures : la *grande échancrure sciatique* en haut, la *petite échancrure sciatique* en bas, séparées l'une de l'autre par un éperon, l'*épine sciatique*. Là encore passent des organes qui, venus du bassin, gagnent la face postérieure de la fesse ou de la cuisse.

L'os coxal, dont la forme légèrement tordue rappelle assez vaguement la forme d'une hélice à larges palettes, est en réalité constitué par trois os, l'*ilion* en haut, le *pubis* en avant et l'*ischion* en bas, qui se soudent par un trait d'union en forme d'étoile au niveau du fond de la cavité cotyloïde.

Envisagé dans son ensemble, le bassin intéresse surtout l'accoucheur. En examinant sa surface intérieure, on s'aperçoit que la crête, que nous avons appelée détroit supérieur, forme un étranglement qui divise la cavité pelvienne en deux parties : l'une supérieure ou *grand bassin*, qui répond aux fosses iliaques ; l'autre inférieure ou *petit bassin*. A la partie postérieure du détroit, l'*angle sacro-vertébral* forme un promontoire qui s'avance, donnant à l'ensemble du rétrécissement la forme d'un cœur de carte à jouer. En avant, le bord supérieur de la symphyse pubienne arrondit la pointe du cœur. Ce détroit supérieur doit être franchi par la tête fœtale pour s'engager dans le petit bassin au moment de l'accouchement. On comprend que son asymétrie ou la diminution de ses dimensions apportent une gêne considérable à l'évolution de l'enfantement.

Le petit bassin ou excavation pelvienne présente une ouverture inférieure que l'on appelle le détroit périnéal ou *détroit inférieur*, dernier obstacle que la tête du fœtus franchit avant de gagner la partie terminale de la « filière » génitale.

En raison même de sa fonction pendant la grossesse et l'accouchement, le bassin de la femme est différent de celui de l'homme. Proportionnellement, il est plus large et plus incliné. L'angle sacro-vertébral est plus accusé, le trou obturateur a une forme plutôt triangulaire, etc.

Le squelette du membre inférieur proprement dit comprend : le *fémur*, os de la cuisse ; le *tibia* et le *péroné*, os de la jambe, et les *os du pied*.

Le *fémur* est le plus robuste des os longs (fig. 11). Son extrémité supérieure en forme de crosse se termine par une tête sphérique que supporte un col flanqué de deux saillies servant d'insertion musculaire ; l'une externe, volumineuse, est le *grand trochanter* ; l'autre interne, plus petite et de forme conique, est le *petit trochanter* ; l'extrémité inférieure présente deux tubérosités articulaires, les *condyles*, que sépare l'un de l'autre une échancrure. En avant des condyles, mais libre, se trouve la *rotule*.

Des deux os de la jambe (fig. 11), le *tibia*, qui est interne, est le plus volumineux. Son corps prismatique, triangulaire, s'élargit à ses deux extrémités ; en haut il appartient au genou, en bas au cou-de-pied. A ce niveau il forme une saillie, la *malléole interne*, ou partie interne de la cheville.

Le *péroné*, long et grêle, placé en dehors du tibia, s'articule avec cet os par ses deux extrémités, dont l'une, supérieure porte le nom de tête du péroné et dont l'autre, inférieure, constitue la *malléole externe* ou partie externe de la cheville.

Le squelette du pied (fig. 11) comprend trois parties: le *tarse*, le *métatarse* et les *phalanges*. Sept os disposés en deux rangées forment le tarse; le *calcanéum*, os du talon, est en arrière ; l'*astragale* repose sur lui et son dos en forme de poulie s'enchâsse dans la mortaise tibio-péronière, dont les deux malléoles l'enserrent à la façon des deux branches d'une pince. En avant de ces deux os se trouvent le *scaphoïde* en forme de disque et qui s'emboîte sur la tête de l'astragale, le *cuboïde* qui répond à la partie antérieure du calcanéum, enfin les trois *cunéiformes* qui s'articulent avec les cinq *métatarsiens*. De ceux-ci, le premier, celui qui répond au gros orteil, est remarquable par son épaisseur.

Les *phalanges* des orteils, comparables à celles des doigts, sont plus courtes et atrophiées, sauf celles du gros orteil qui sont massives.

Si l'on examine le squelette du pied monté, on voit qu'il forme une voûte antéro-postérieure dont les points d'appui répondent en arrière à la partie postérieure du calcanéum et en avant aux têtes des métatarsiens fig. 18). Ce sont là les deux talons du pied. La clef de cette voûte répond à l'articulation entre le calcanéum et le cuboïde. L'astragale est une superstructure qui reçoit les pressions du corps transmises par les os de la jambe et les distribue au calcanéum en arrière et aux têtes des métatarsiens en avant. La tête astragalienne, qui a subi un mouvement de flexion vers le bas, d'inclinaison en dedans et de rotation sur son axe, porte à faux sur la partie interne du calcanéum qui présente pour la soutenir une corniche, la petite apophyse. L'astragale reçoit non seulement les pressions mais, serrée entre les deux malléoles, joue, en quelque sorte, le rôle de gouvernail du pied.

Remarquons aussi sur le squelette d'un pied qu'il existe une voûte transversale, voûte incomplète, puisque seul le bord externe repose sur le sol, tandis que le bord interne, tout au moins à la partie moyenne du pied, reste suspendu. Cette demi-voûte transversale est en réalité complétée par la demi-voûte de l'autre pied. Chacune de ces voûtes est consolidée sur le bord interne par le gros métatarsien du pouce, qui forme un arc-boutant à la partie externe. Grâce à ce dispositif, le pied constitue non seulement un appareil résistant capable de supporter de fortes pressions, mais encore un appareil souple dont l'élasticité, semblable à celle d'un ressort qui se détend, permet à l'homme de passer de la station immobile à la marche et de se livrer à la course, au saut.

LE SQUELETTE ENVISAGÉ AU POINT DE VUE TRANSFORMISTE ET PRÉHISTORIQUE

L'étude que nous venons de faire du squelette de l'homme ne nous a pas montré les relations qu'il affecte avec le squelette des autres mammifères, ni son évolution dans le temps.

Si nous le comparons au squelette des animaux les plus proches de l'homme, c'est-à-dire des singes anthropomorphes (orang-outang, gorille) (fig. 21), nous apercevons que les grandes différences qui les séparent peuvent être ramenées à trois grands facteurs principaux qui sont : 1° la station debout ; 2° le perfectionnement de la main et son adaptation au travail mécanique ; 3° la prépondérance du cerveau.

STATION DEBOUT. L'homme est en effet le seul être dont la locomotion soit localisée aux membres inférieurs et qui soit réellement plantigrade. Cette adaptation bipède laisse sa marque sur toutes les pièces du squelette. Comparons en effet la colonne vertébrale de l'homme à celle d'un quadrupède ou même d'un singe ; chez ces animaux, la colonne vertébrale forme un arc semblable à la travée d'un pont tendu entre les membres

Fig. 19. — MOULAGE D'UNE MAIN HUMAINE ET D'UNE MAIN DE GORILLE Ces deux moulages montrent comment, par l'indépendance des doigts et la multiplicité des mouvements qu'elle permet, la main de l'homme est très supérieure à celle des singes les plus élevés en organisation. (*Muséum*, Cl. Hachette.)

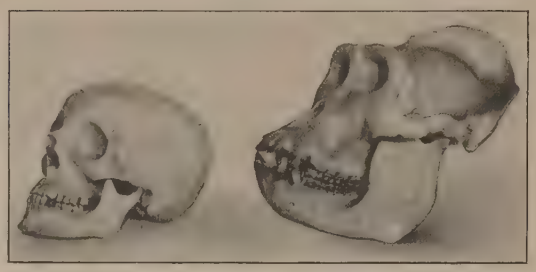


Fig. 20. — CRANE HUMAIN ET CRANE DE GORILLE ✎ La comparaison entre ces deux crânes montre que le crâne humain est remarquable par le développement de la partie supérieure, qui renferme le cerveau, et le retrait des maxillaires qui ne donnent pas à la face, comme chez le gorille, la forme du museau. (*Muséum*, Cl. Hachette.)

postérieurs et les membres antérieurs qui en constituent comme les piliers. Chez l'homme apparaît une nouvelle courbure, la courbure lombaire ; concave du côté du dos, elle redresse le dos et avec lui la tête. Cette courbure est sans doute d'acquisition récente puisque, dans la race préhistorique de Néanderthal, elle est à peine ébauchée. C'est elle qui permet aux jambes de s'étendre complètement et à l'individu de redresser son attitude. Peut-être faut-il attribuer aussi à la station bipède l'atrophie de l'appareil olfactif de l'homme, atrophie qui se manifeste sur le squelette par la diminution des fosses nasales. Le nez de l'homme s'est substitué au museau de l'animal, tandis qu'au cerveau olfactif succède un cerveau visuel que la fonction du langage a particulièrement développé.

La station debout a non seulement incurvé de façon spéciale la colonne vertébrale, elle a encore réduit le nombre des vertèbres. Le tronc de l'homme est court par rapport aux membres inférieurs ; c'est l'inverse chez l'animal. De même, la forme de la cage thoracique témoigne de l'influence de la station droite. Le nombre des côtes vraies, c'est-à-dire articulées avec le sternum, est peu élevé chez l'homme : le thorax, au lieu de former une carène étroite, s'est élargi ; les clavicules se sont allongées et l'épaule, reportée en dehors, devenue plus libre, a donné à la main plus d'indépendance.

Du côté de la tête, on voit le crâne s'articuler à la colonne sur un plan beaucoup plus antérieur que chez les animaux. Cette articulation est à faible distance du milieu de la base du crâne ; aussi un effort minime des muscles de la nuque suffit-il à la maintenir en équilibre. Sur l'homme préhistorique de Néanderthal, l'articulation est d'ailleurs située un peu plus en arrière que sur l'homme actuel et se rapproche du type simiesque. Du côté des membres, mêmes constatations. Nous avons vu l'adaptation du pied à la marche plantigrade. Chez les quadrupèdes, au contraire, le talon est relevé au-dessus du sol, et chez les singes le pied est plus adapté au grimper qu'à la marche sur le sol.

PERFECTIONNEMENT DE LA MAIN. ✎ ✎ La main humaine n'a aucun équivalent dans le monde zoologique (fig. 19). Seule, elle présente un pouce aussi long par rapport aux autres doigts et réalisant la fonction d'opposition de façon aussi parfaite. De plus, les métacarpiens s'écartent facilement et les muscles fléchisseurs des autres doigts ont acquis une indépendance dont on ne trouve aucun exemple, même chez les singes les plus élevés en organisation. C'est grâce à son squelette et à sa musculature perfectionnée que la main peut réaliser toutes les formes de prise, depuis l'étau le plus solide jusqu'à la pince la plus délicate. La main a fait du genre *homo* un *homo faber*, pour employer l'expression de Bergson, tandis que son cerveau en a fait un *homo sapiens*.

DÉVELOPPEMENT DU CERVEAU. ✎ ✎ C'est en étudiant le système nerveux que nous verrons la prépondérance qu'acquiert le cerveau de l'homme ; mais dès maintenant l'aspect du crâne nous fait prévoir, en le comparant à celui des autres animaux, combien le système nerveux central supérieur est développé chez l'homme (fig. 20). La calotte cranienne est élevée, arrondie ; l'homme seul possède un front aussi développé. Chez les animaux dont la tête est haute (bœuf, éléphant), cette particularité n'est due qu'au développement des cavités osseuses, les sinus, qui sont, comme nous l'avons déjà vu, sous la dépendance de la respiration. Avec le développement du crâne, nous assistons chez l'homme à un raccourcissement de la face. Les maxillaires, au lieu d'être portés en avant pour former le « museau », sont en retrait ; la réduction de l'appareil masticateur a diminué l'importance de l'appareil dentaire, et nous assistons actuellement à l'évolution de cette régression. La dent de sagesse n'apparaît, en effet, que tardivement chez certains individus, et chez d'autres n'apparaît jamais.

Telles sont, très résumées, les grandes caractéristiques du squelette humain.

Sans entrer dans le problème des origines de l'homme que l'anatomie descriptive ne doit pas traiter, nous pouvons cependant rappeler ici que cette forme du squelette, telle que nous l'avons décrite, n'a pas toujours été la même. Nous savons aujourd'hui que le monde zoologique a évolué et que le genre homme n'a pas échappé à la grande loi de l'évolution. La Paléontologie, ou étude des fossiles, retrace l'histoire des animaux d'autrefois. Les squelettes humains préhistoriques sont encore fort peu nombreux, mais déjà ils suffisent à nous faire entrevoir combien loin dans le passé remonte l'apparition de l'homme sur la terre. A la base du quaternaire, à cette période que les géologues appellent le « Pléistocène inférieur », apparaît un outillage humain encore peu évolué, constitué par des silex grossièrement taillés, l'*outillage chelléen*. De cette époque, nous possédons un débris squelettique humain de la plus haute importance : la *mâchoire d'Heidelberg*. On voit, par comparaison avec la mâchoire d'un homme actuel, combien elle est massive et robuste : il n'existe pas

encore de menton. Les branches montantes sont carrées, mesurant 0 m. 060 de largeur au lieu de 0 m. 037. Les branches horizontales sont hautes et plus épaisses que celles de l'homme actuel. L'angle de la mâchoire est comme tronqué. Ce sont là des traits simiens ou, si l'on préfère, des traits de bestialité, dit M. Marcellin Boule, mais la dentition est tout à fait humaine.

Les documents fournis par la période géologique que l'on appelle pléistocène moyen, et qui correspond au moustérien archéologique, sont beaucoup plus nombreux et beaucoup plus complexes. Cette période correspond, au point de vue géologique, à la dernière invasion glaciaire. Celle-ci a obligé l'homme à vivre dans les cavernes, tandis que des animaux aujourd'hui éteints, comme le mammouth, présentaient une toison épaisse. On compte environ dans nos collections quarante squelettes appartenant à cette époque. La première découverte importante non douteuse fut faite en 1856 dans le ravin dit Néanderthal, près de Dusseldorf [1]. Les types d'homme présentant les caractéristiques de cette calotte cranienne constituent la race ou type de Néanderthal (fig. 22). En France, le squelette très complet de la Chapelle-aux-Saints, admirablement étudié par Marcellin Boule, le squelette de la Quina étudié par Henri Martin, ceux de la Naulette, de Spy en Belgique, de Krapina en Croatie, etc., ont fourni des documents qui ne laissent aucun doute sur l'existence d'un type humain bien différent de tous les types actuels. En voici résumées les caractéristiques d'après Boule : « Corps de petite taille (1 m. 55 de moyenne), très massif. Tête très volumineuse à partie faciale très développée par rapport à la partie cérébrale. Indice céphalique moyen. Crâne très aplati ; arcades orbitaires énormes formant un bourrelet continu, font très fuyant ; occiput saillant et comprimé dans le sens vertical. Face longue, proéminente, avec des os malaires pleins et fuyants, le maxillaire supérieur dépourvu de fosses canines et présentant la forme d'un museau. Orbites très grandes, rondes. Nez saillant très large. Mâchoire inférieure robuste, sans menton, à larges branches montantes, à région angulaire tronquée. Dentition volumineuse ; morphologie des arrière-molaires ayant conservé des traits primitifs. Colonne vertébrale et os des membres présentant de nombreux caractères simiesques et dénotant une attitude bipède ou verticale moins parfaite que chez les hommes actuels. Jambes très courtes. Capacité encéphalique moyenne d'environ 1 400 centimètres cubes. Conformation cérébrale présentant de nombreux caractères primitifs de simiens, notamment dans la grande réduction relative des lobes frontaux et le dessin général des circonvolutions. »

Ces caractéristiques font de l'homme de Néanderthal un type particulier qui a disparu. Mais, à la même époque, puis plus tard à l'âge du renne (pléistocène supérieur), apparurent d'autres types humains voisins de l'homme actuel et que seuls les caractères accessoires différencient les uns des autres : race de Grimaldi (grotte de la Côte d'azur située près de Menton) ; race de Cromagnon (près Les Eyzies, Dordogne) ; race de Chancelade (Périgord), etc. Déjà, à cette époque du quaternaire, les caractéristiques du squelette humain, telles que nous les avons exposées précédemment, sont acquises : courbure lombaire de la colonne vertébrale bien accentuée, développement important du crâne par rapport à la face, saillie mentonnière, membres inférieurs capables d'extension complète, etc. En même temps que ces types humains évoluaient, apparaissaient à la période néolithique, qui précède la période historique actuelle, des hommes à crâne plus large, les *brachycéphales*. A notre époque persistent les deux types, les *brachycéphales* et les *dolichocéphales*. Nous n'avons pas tenu compte, dans cet aperçu si rapide, de la

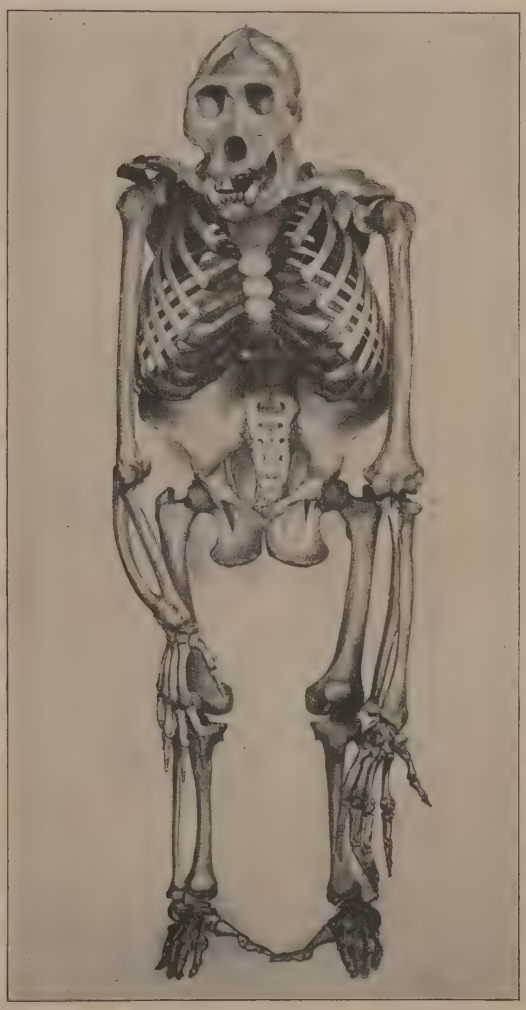


Fig. 21. — SQUELETTE DE GORILLE. La comparaison entre ce squelette et le squelette humain de la figure 10 montre la brièveté des membres inférieurs, la longueur des membres supérieurs, l'aspect trapu et ramassé du squelette chez les singes anthropoïdes. (*Muséum*, Cl. Hachette.)

1. Consulter, pour plus de détails, le livre de M. Boule, *Les Hommes fossiles*, 2e édit.

Fig. 22. — MOULAGE DE CRANE HUMAIN TROUVÉ DANS LA GROTTE DE NÉANDERTHAL (VALLÉE DE LA DUSSEL) ▰ Cette calotte cranienne, caractéristique de la race dite « de Néanderthal », montre l'aplatissement du crâne et le bourrelet formé par les arcades orbitaires et la ligne fuyante du front. (*Muséum*, Cl. Hachette.)

fameuse découverte à Java, par Dubois, du *Pithecanthropus*, dont le crâne paraît bien appartenir à un être que l'on ne saurait classer ni dans le genre singe, ni dans le genre homme.

Cette étude de l'origine de l'homme reste toujours le problème, la question suprême suivant le mot d'Huxley, la question non résolue. Une lueur encore faible, mais précise, que la découverte d'autres fossiles humains rendra plus lumineuse, éclaire déjà le passé de nos ancêtres ; elle nous montre que la branche humaine remonte aux temps les plus reculés, présentant une série de rameaux dont l'évolution semble aboutir à un développement cérébral de plus en plus parfait. « C'est ainsi que la notion de progrès peut avoir un sens objectif. »

LES ARTICULATIONS

Les articulations sont l'ensemble des parties molles et dures qui unissent entre eux les différents os. Leur étude s'appelle arthrologie. Elle est indispensable non seulement à l'anatomiste, mais encore au physiologiste qui s'intéresse aux mouvements et à la mécanique animale, ainsi qu'au médecin ou au chirurgien souvent aux prises avec les affections dont elles sont le siège.

Depuis longtemps, les anatomistes ont classé les articulations d'après l'étendue des mouvements qu'elles autorisent. Certaines sont complètement immobiles, d'autres sont à peine mobiles ou semi-mobiles, les dernières enfin sont réellement mobiles, c'est-à-dire capables de mouvements de grande étendue.

ARTICULATIONS IMMOBILES. ▰ ▰ Les articulations immobiles ou *synarthroses* (fig. 23) devraient être éliminées de l'étude des articulations, si l'on envisageait uniquement en elles les propriétés locomotrices. Elles constituent un moyen d'union, fibreux ou cartilagineux, interposé entre deux os. Les synarthroses fibreuses portent le nom de sutures et s'observent au crâne et à la face. Le mode de coaptation est d'ailleurs de forme variable : tantôt c'est une *suture dentée*, véritable engrènement de deux os découpés sur le rebord à la façon des pièces d'un jeu de patience ; tantôt il s'agit d'une suture *écailleuse* sur laquelle les rebords osseux sont taillés en biseau ; tantôt encore d'une suture dite *harmonique*, où la surface des deux os en contact est régulière et lisse.

LES ARTICULATIONS SEMI-MOBILES. ▰ ▰ Ces articulations peu mobiles portent le nom d'*amphiarthroses* (fig 23). Elles présentent entre la surface légèrement excavée des deux os un disque fibreux, d'épaisseur variable, élastique, permettant à ces os, sans pour cela qu'il existe de cavités, de se déplacer l'un par rapport à l'autre. Tel est le type des articulations que l'on observe entre les corps des vertèbres. Tandis que des ligaments assurent la liaison entre les corps vertébraux, nous apercevons entre chaque paire de vertèbres un disque qui s'aplatit en avant pendant la flexion de cette région de la colonne vertébrale, en arrière pendant son extension, et permet des mouvements de rotation : c'est une sorte de bille sur laquelle roule ou s'incline chaque corps vertébral. Ce disque joue encore le rôle d'amortisseur : pendant le saut et

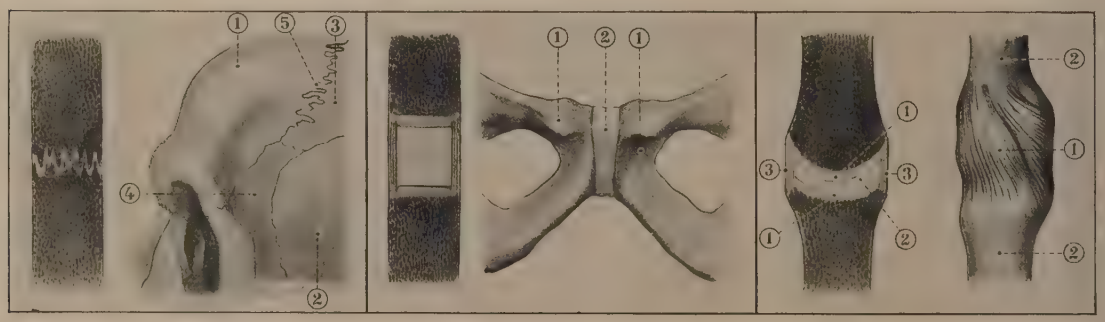


Fig. 23. — LES DIFFÉRENTS TYPES D'ARTICULATION ▰ 1re figure, *à gauche :* Synarthrose. — 1. *Os frontal.* — 2. *Os temporal.* — 3. *Os pariétal.* — 4. *Os sphénoïde.* — 5. *Synarthrose dentée.* ▰ *A gauche :* Coupe schématique d'une synarthrose. ▰ 2e figure, *au milieu :* Amphiarthrose. — 1. 1. *Pubis.* — 2. *Symphyse pubienne.* ▰ *A gauche :* Coupe schématique d'une symphyse. ▰ *A droite :* Diarthrose. ▰ 3e figure, *à droite :* 1. *Capsule articulaire.* — 2. 2. *Extrémités osseuses.* ▰ *A gauche :* Coupe schématique d'une diarthrose. — 1. 1. *Cartilages articulaires.* — 2. *Cavité articulaire.* — 3. 3. *Capsule.* (Moreaux, del.)

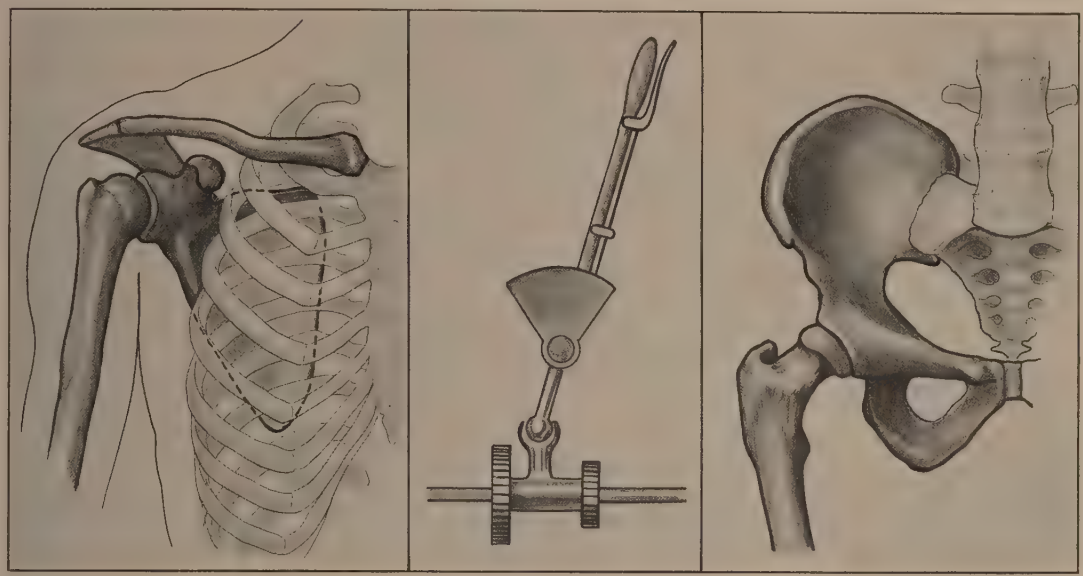


Fig. 24. — MOUVEMENTS DE L'ARTICULATION DE L'ÉPAULE ET DE L'ARTICULATION DE LA HANCHE ✎ L'articulation de l'épaule (*à gauche*) et celle de la hanche (*à droite*) présentent des mouvements qui sont comparables à ceux que provoque un levier de changement de vitesse (*au centre*). (Moreaux, del.)

lors de la chute sur les pieds, le choc transmis à la tête, c'est-à-dire au cerveau, est atténué et amorti par ce système de joints élastiques interposés entre les pièces du fût de la colonne vertébrale.

D'autres articulations peu mobiles voient apparaître dans l'épaisseur du disque fibreux une fente, ébauche de la cavité que nous allons constater dans les articulations mobiles. Ce dispositif est caractéristique des *symphyses*. Telle la *symphyse pubienne* et l'*articulation du sacrum* avec les os iliaques dont la mobilité n'est appréciable, d'ailleurs, que chez la femme, se préparant pendant la grossesse et prenant toute son ampleur pendant l'accouchement.

LES ARTICULATIONS MOBILES. ✎ ✎ Les articulations mobiles ou diarthroses (fig. 23) sont pour nous les plus intéressantes. C'est aux membres qu'elles acquièrent leur plus grand développement et qu'elles sont douées des mouvements les plus étendus. Les éléments qui constituent cet appareil de mécanique merveilleusement adapté à la fonction comprennent les surfaces articulaires des os en présence, surfaces toujours revêtues d'un cartilage, une capsule et des ligaments qui unissent les os ; enfin, une membrane de glissement, la synoviale.

Les surfaces articulaires que peuvent présenter les os dans ces articulations affectent des formes très variées. Elles sont, suivant les cas, planes, concaves, convexes, en forme de pivots, de poulies, etc. Au point de vue géométrique, elles appartiennent soit à des segments de sphère, soit à des ellipses, soit à des cylindres, soit à des plans. La configuration de ces surfaces est, en somme, fonction de l'étendue du mouvement de l'articulation et de la forme de ce mouvement. Mais, quelles qu'elles soient, les articulations mobiles nous présentent toujours quatre espèces de mouvements principaux : 1° le *glissement* qui existe dans toutes ; 2° la *rotation* qui peut être : *simple*, lorsque l'os tourne autour d'un axe qui passe par ses deux extrémités, ou *avec déplacement* lorsque l'axe est situé en dehors de l'os ; 3° l'*opposition*, lorsque l'os se porte alternativement dans deux sens opposés : flexion, extension, abduction, adduction ; 4° la *circumduction* ou mouvement de fronde qui n'est que la résultante de la combinaison des mouvements précédents. Dans ce mouvement, l'os mobile décrit un cône dont le sommet est à l'extrémité articulaire et la base à l'extrémité du membre. Tels sont les mouvements de circumduction du membre supérieur dont le sommet est au niveau de l'articulation de l'épaule, et du membre inférieur, dont le sommet est au niveau de l'articulation de la hanche.

Les moyens d'union qui réunissent les extrémités articulaires comprennent essentiellement : la *capsule*, sorte de manchon qui s'insère sur chaque os au delà des surfaces articulaires, tel en mécanique un joint unissant deux pièces isolées, et que renforcent çà et là des épaississements auxquels on donne le nom de *ligaments*. Ce manchon fibreux et ces ligaments sont doués d'une certaine élasticité, restreinte sur certaines articulations, très développée sur d'autres. La trame qui constitue la capsule et les ligaments se rattache au périoste de l'os et en possède les propriétés. Lorsque le chirurgien se trouve dans la nécessité d'enlever des extrémités articulaires malades, il doit conserver le plus possible la

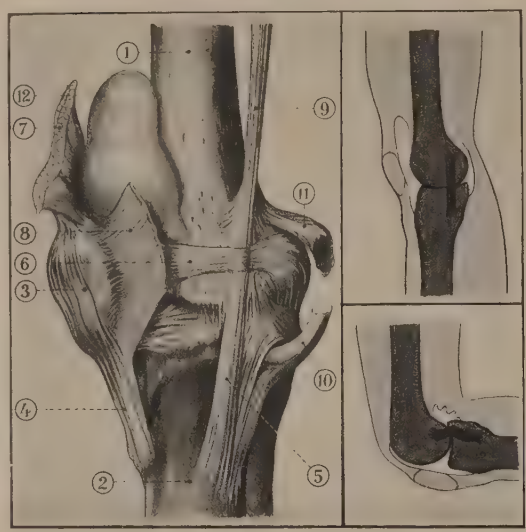


Fig. 25. — ARTICULATION DU GENOU ✐ Cette figure montre la solidité des divers ligaments qui concourent à maintenir en place les pièces osseuses de l'articulation. ✐ *A gauche :* articulation vue par sa face interne. — 1. *Fémur.* — 2. *Tibia.* — 3. *Rotule.* — 4. *Ligament antérieur.* — 5. *Ligament latéral interne.* — 6. *Aileron de la rotule.* — 7. *Coupe du muscle quadriceps.* — 8. *Expansion aponévrotique émanée du muscle vaste interne (ailerons chirurgicaux).* — 9. *Tendon du muscle grand adducteur.* — 10. *Muscle demi-membraneux.* — 11. *Muscle jumeau interne* (coupe). — 12. *Cul-de-sac synovial.* ✐ *A droite, en haut :* articulation en extension. ✐ *A droite, en bas :* articulation en flexion. — Ces figures montrent les changements de place des pièces osseuses, les changements de forme des ligaments et des culs-de-sac synoviaux, suivant que l'articulation est en extension ou en flexion. (Moreaux, del.)

capsule et les attaches de celle-ci aux os, ainsi que le périoste voisin. Dans ces conditions, comme l'a montré Ollier, les surfaces articulaires peuvent se régénérer, produisant une nouvelle articulation presque normale, si l'individu est jeune et si les dégâts ne sont pas trop étendus.

Tout cet appareil, surfaces articulaires et moyens d'union, serait insuffisant pour permettre la souplesse des mouvements s'il n'existait pas, à l'intérieur même de la capsule, une membrane, la synoviale, qui renferme dans son intérieur un liquide transparent, clair, très visqueux, en quantité toujours faible, appelé la synovie. Ce liquide favorise le glissement des cartilages articulaires les uns sur les autres.

Tels sont les éléments principaux que l'on rencontre dans toutes les articulations mobiles. Il est indispensable d'en décrire quelques types pour comprendre le rôle important qu'elles jouent dans la locomotion.

ARTICULATIONS A SURFACE SPHÉRIQUE (OU ENARTHROSES). — Des exemples de ces articulations nous sont fournis par l'*épaule* et *la hanche*. Les surfaces articulaires, qu'il s'agisse de l'extrémité supérieure de l'humérus ou de l'extrémité supérieure du fémur, sont représentées par une tête arrondie et lisse que supporte un col. Celui-ci est à peu près rectiligne au bras (humérus), tandis qu'il forme un coude avec le corps de l'os à la cuisse (fémur). Ces surfaces articulaires viennent s'adapter à une cavité, la cavité glénoïde de l'omoplate au membre supérieur, la cavité cotyloïde de l'os coxal au membre inférieur.

A l'épaule, la cavité glénoïde ou glène a la forme d'un ovale à grand axe vertical et à grosse extrémité dirigée en bas, ovale très légèrement excavé, rendu cependant un peu plus profond par la présence d'un bourrelet qui l'entoure et la borde (fig. 24). La mobilité du membre supérieur exige, en effet, que la tête humérale puisse glisser facilement et réalise une étendue de mouvement considérable dans tous les sens. La solidité est sacrifiée ici à la mobilité.

A la hanche, au contraire, la cavité cotyloïde ou cotyle est profonde, encadrée par un bourrelet fibreux qui agrandit encore sa capacité ; mais le dispositif de celui-ci est tel qu'il étrangle la tête fémorale, l'empêchant de sortir de la cavité. Il constitue donc cette fois non seulement un appareil d'agrandissement, mais un appareil de contention ; la solidité n'est pas sacrifiée à la mobilité (fig. 24). Il faut des traumatismes d'une extrême violence pour que la tête fémorale se luxe, c'est-à-dire abandonne la cavité cotyloïde. Il n'en est pas de même à l'épaule, dont la luxation est particulièrement fréquente.

La capsule articulaire est très résistante à l'articulation de la hanche : elle est renforcée par des ligaments dont l'antérieur, ou ligament *ilio-fémoral*, extrêmement puissant, limite l'extension de la cuisse. Au contraire, au niveau de l'épaule, la capsule est lâche, peu résistante, renforcée en avant et en haut par quelques épaississements qui ne peuvent limiter en rien les grands mouvements du bras. Cette articulation (fig. 24) est, en effet, la plus mobile de toutes, capable de tous les genres de mouvements ; le bras peut se rapprocher du tronc ou s'en éloigner (abduction et adduction), se projeter en avant et en arrière (flexion et extension) et même passer de l'un à l'autre des quatre mouvements précédents (circumduction). Dans le mouvement d'abduction et d'adduction, l'humérus tourne autour d'un axe antéro-postérieur passant par la partie inférieure et externe de la tête en dedans du col anatomique. De ce fait, les deux extrémités de l'os se déplacent simultanément, mais en sens inverse. Lorsque l'extrémité inférieure de l'humérus s'élève, son extrémité supérieure s'abaisse et inversement. Lorsque le bras, continuant son mouvement d'abduction, s'élève à la verticale, l'omoplate bascule, mouvement qui change l'orientation de la cavité glénoïde, la porte en haut et l'humérus avec elle.

Dans le mouvement de projection en avant ou en arrière, l'humérus tourne autour d'un axe transversal passant par le centre du trochiter et par le centre de la cavité glénoïde. Le mouvement de flexion est très étendu (110° à 120°), le mouvement d'extension est beaucoup plus restreint.

Dans le mouvement de circumduction ou mouvement

en fronde, la tête de l'humérus glisse sur la cavité glénoïde dans divers sens, tandis que l'extrémité inférieure de l'os décrit un cercle complet ou la base d'un cône dont le sommet répond à l'articulation.

Enfin le bras est capable d'un mouvement de rotation en dedans ou en dehors, mouvement qui se passe autour d'un axe vertical, allant du centre de la tête humérale à l'épitrochlée.

Les mouvements de l'articulation de la hanche sont semblables, mais beaucoup plus limités (fig. 24). Le fémur, à son extrémité supérieure, présente la forme d'une manivelle, d'un bras de levier qui rappelle le système à rotule des changements de vitesse (fig. 24). Le bras de levier peut aller en avant, en arrière (flexion et extension), en dehors et en dedans (abduction et adduction), etc. Mais à la cuisse, les mouvements sont moins étendus qu'au bras. Dans la flexion et dans l'extension, mouvements essentiels de la marche et de la course, le fémur se meut autour d'un axe transversal qui passe par le sommet du grand trochanter et la fossette du ligament rond. L'extrémité inférieure du fémur entraîne ainsi la jambe et décrit un arc de cercle, d'arrière en avant dans la flexion, et d'avant en arrière dans l'extension.

Articulations a surface sphérique allongée (ou condylarthroses). — Dans les articulations précédentes, la forme sphérique à peu près parfaite de la tête humérale ou de la tête fémorale répond schématiquement à une étendue égale en tous sens des mouvements que le bras et le fémur peuvent exécuter. La limitation des mouvements est déterminée soit par la capsule, soit par la rencontre d'un des os contre l'autre, soit encore par l'action musculaire. Dans les articulations à

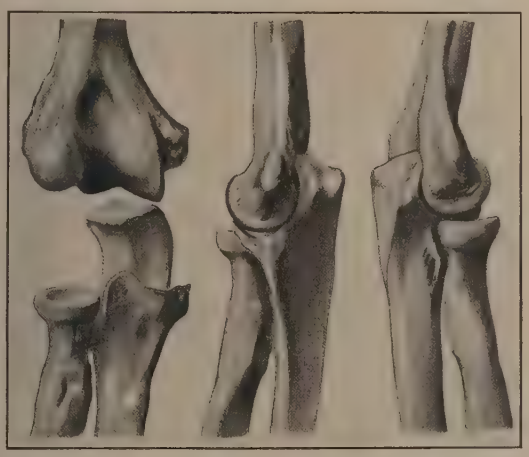


Fig. 26. — SQUELETTE DE L'ARTICULATION DU COUDE ▰ Cette figure montre, à gauche, les pièces osseuses et les surfaces articulaires isolées; au milieu et à droite, ces pièces osseuses engrenées comme pour former l'articulation. La figure du milieu représente l'articulation du coude vue par sa face interne; la figure de droite, la même articulation vue par sa face externe. Le pli du coude serait tourné à gauche dans la figure du milieu, à droite dans la figure de droite. (Moreaux, del.)

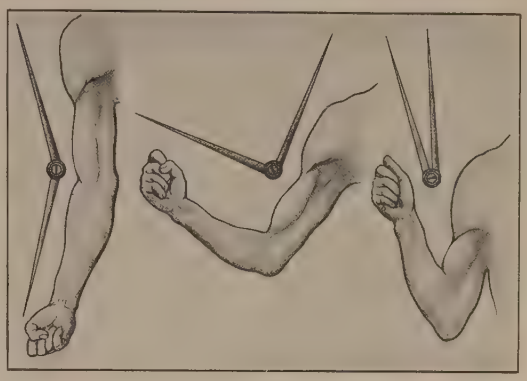


Fig. 27. — SCHÉMA DES MOUVEMENTS DE L'ARTICULATION DU COUDE ▰ Cette articulation est comparable à un compas dont les deux branches sont constituées par le bras et l'avant-bras. (Moreaux, del.)

surface sphérique allongée, le mouvement est plus limité en étendue et peut même n'exister réellement que dans un sens. Le type de ces articulations est représenté chez l'homme par l'*articulation du genou* (fig. 25).

L'extrémité inférieure du fémur présente tout d'abord une surface disposée en forme de poulie dont la gorge s'échancre à la partie inférieure, tandis qu'apparaissent deux saillies volumineuses, les condyles. La courbe de ceux-ci appartient à des segments de circonférence de rayons différents. En avant, le cercle a un très grand rayon ; en arrière, la courbure a des rayons de plus en plus petits. La surface articulaire décrit donc une courbe spiroïde. Enfin, ces rayons de courbure ne sont pas les mêmes pour les deux condyles. Le condyle interne, très déjeté en dedans, a une surface articulaire plus longue que celle de l'externe. Ces dispositifs sont en rapport avec la mécanique de l'articulation du genou. Dans la flexion de la jambe sur la cuisse, la jambe se ferme de la façon d'une branche de compas, non pas autour d'un axe transversal fixe, mais d'un axe qui se déplace au fur et à mesure que s'accomplit le mouvement. D'ailleurs, au roulement se combine un autre mouvement de grande importance, c'est le mouvement de glissement. En effet, si nous examinons l'extrémité supérieure du tibia, nous voyons qu'il a la forme d'un plateau dont la face supérieure présente deux excavations peu profondes, les deux cavités glénoïdes. L'harmonie entre les surfaces est établie par la présence de deux fibro-cartilages, les *ménisques intra-articulaires* du genou, qui s'insèrent par leurs extrémités ou cornes sur le plateau tibial dans l'espace compris entre les deux cavités glénoïdes. C'est sur ce plateau que les deux condyles du fémur glissent à la façon des deux roues d'un chariot, dont l'essieu changerait de place au fur et à mesure que la jambe se rapproche de la cuisse ou s'en éloigne. Ce mouvement de roulement et de glissement caractérise l'articulation du genou. Les mouvements de rotation sont très peu étendus, de même que les mouvements de latéralité qui, pratiquement, doivent être considérés comme inexis-

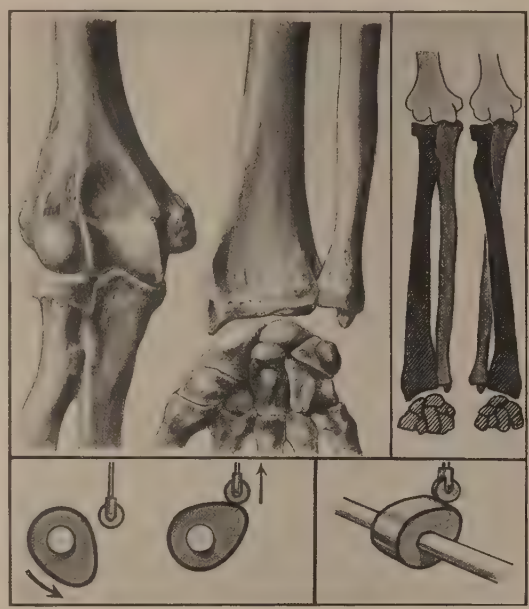


Fig. 28. — ARTICULATIONS RADIO-CUBITALES. MÉCANISME DE LA PRONATION ET DE LA SUPINATION ✍ La figure en haut à gauche représente l'articulation du coude vue par sa face antérieure; on y voit les rapports qu'affectent entre eux le radius (*à gauche*) et le cubitus (articulation radio-cubitale supérieure). — La figure en haut et au milieu montre l'articulation du poignet; on y voit les rapports qu'affectent entre eux, à ce niveau, le cubitus et le radius (articulation radio-cubitale inférieure). — La figure en haut à droite montre le croisement qu'effectuent le cubitus et le radius pour passer de la position de pronation (*à gauche*) à la position de supination (*à droite*). — La partie inférieure de la figure permet la comparaison de ce mouvement avec celui d'un arbre à came. (Moreaux, del.)

tants. Cette articulation mobile et solide présente une capsule dont les renforcements siègent sur les côtés (*ligaments latéraux interne et externe*), en arrière (*ligaments poplités*), en avant (*ligament rotulien*). Ce dernier n'est en réalité que le tendon du gros muscle extenseur de la jambe, le quadriceps, dans l'intérieur duquel s'est développé un os, la *rotule*, qui complète et renforce en avant l'articulation entière. En outre, *deux ligaments croisés*, tendus de la face interne de chaque condyle à la partie médiane du plateau tibial, consolident l'articulation, en limitant les mouvements de rotation, de latéralité. En formant en quelque sorte des rênes croisées et passives, elles obligent la jambe à suivre toujours le même chemin dans les mouvements de flexion et d'extension ; ils ne permettent pas aux deux os en contact de s'écarter l'un de l'autre.

ARTICULATIONS CONFIGURÉES EN POULIES (OU TROCHLÉARTHROSES). — Le type de ces articulations est l'*articulation de l'humérus et du cubitus* (fig. 26 et 27). La trochlée humérale a la forme d'une poulie ou trochlée dont le bord interne descend plus bas que le bord externe, la gorge de cette poulie se dirigeant de bas en haut et de dedans en dehors. Cette obliquité est plus accentuée en arrière qu'en avant. La gorge décrit donc une spire autour du diamètre transversal de l'os. En arrière et en haut de la trochlée se trouve une fossette, la *fossette olécranienne* ; en avant existe une fossette similaire, la *fossette coronoïdienne*. En regard de la trochlée, le cubitus présente une cavité articulaire en forme de demi-lune ou de crochet que l'on appelle la *grande cavité sigmoïde*. Au milieu de cette cavité se trouve une saillie qui correspond à la gorge de la trochlée. La partie supérieure du crochet est constituée par l'olécrâne, dont le bec répond à la fossette olécranienne de l'humérus tandis que la partie antérieure présente une autre saillie, l'*apophyse coronoïde*, qui répond à la fossette coronoïdienne. La forme générale de l'extrémité supérieure du cubitus ressemble à une clé à écrou embrassant la trochlée humérale (fig. 26).

En dehors de la trochlée, le condyle huméral répond à la cupule du radius. Cet os glisse sur le condyle, lorsque le cubitus se fléchit ou s'étend sur l'humérus.

Les ligaments de l'articulation sont extrêmement développés sur les parties latérales. L'aspect des surfaces articulaires et la puissance des ligaments nous montrent que les inclinaisons latérales seront extrêmement limitées.

Une telle articulation jouit des mouvements essentiels qui caractérisent les trochléarthroses : la flexion et l'extension. Le cubitus et l'humérus sont comparables aux deux branches d'un compas. Mais la charnière est tout à fait spéciale, elle décrit un trajet spiroïde qui fait que l'axe de rotation autour duquel se meuvent le radius et le cubitus dans les mouvements de flexion n'est pas fixe, mais se déplace pendant l'exécution du mouvement. Cet axe de rotation, bien que mobile, se dirige toujours obliquement de dedans en dehors et de haut en bas. La fermeture du compas, c'est-à-dire la

Fig. 29. — MOUVEMENT DE L'ARTICULATION DU COU-DE-PIED ✍ La figure en noir représente le pied en extension. Les traits pointillés font voir le pied en flexion. (Moreaux, del.)

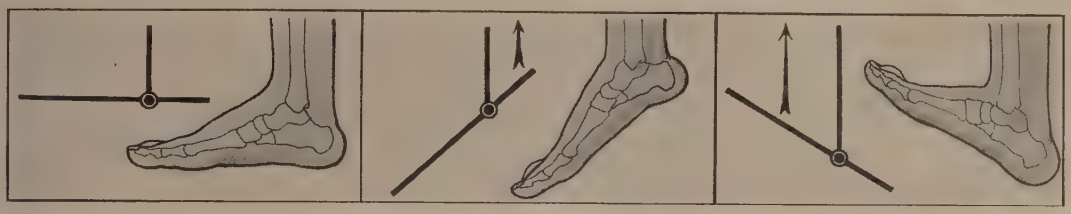


Fig. 30. — LES MOUVEMENTS DE L'ARTICULATION DE LA JAMBE ET DU PIED ▱ Ces dessins représentent les situations respectives de l'axe de la jambe et de l'axe du pied : à gauche, au repos ; au centre, dans l'extension ; à droite, dans la flexion. Les flèches montrent sur quelle partie du pied agit la force qui détermine son extension ou sa flexion. (Moreaux, del.)

flexion de l'avant-bras sur le bras, aura donc pour résultat de porter la main, non pas directement contre l'épaule, mais contre la poitrine. Dans le mouvement d'extension, le déplacement inverse se produit et l'obliquité de l'axe de rotation fait qu'il existe dans l'extension complète un angle obtus ouvert en dehors entre le bras et l'avant-bras.

Articulations trochoïdes. — Ces articulations comprennent un cylindre osseux qui tourne sur son axe et un anneau ostéo-fibreux qui le contient. L'*articulation supérieure du radius avec le cubitus* appartient à cette classe. C'est une articulation à pivot. Le radius, cylindrique à sa partie supérieure, présente une facette cylindroïde formant une bordure autour de la tête de l'os.

Du côté du cubitus existe une petite excavation, la *petite cavité sygmoïde* allongée dans le sens antéro-postérieur et de faible étendue. Cette cavité est complétée par un ligament, le *ligament annulaire*, qui entoure la tête du radius, embrassant par sa partie inférieure le col de cette tête. Cette bague maintiendra donc le cylindre radial. De plus, un ligament particulier, le *ligament carré*, réunit le col du radius au bord inférieur de la petite cavité sigmoïde. La tension de ce ligament limite les mouvements de rotation du radius.

Pour permettre au radius de tourner autour du cubitus, il existe à l'extrémité inférieure de ces os une articulation dite *radio-cubitale inférieure*. Ici, c'est la partie interne du radius qui présente une petite cavité et le cubitus une surface arrondie ; la portion de cylindre plein du cubitus s'adapte à un segment de cylindre creux du radius. Enfin, pour compléter cet appareil, une membrane flexible, le ligament interosseux de l'avant-bras, s'étend entre la partie interne des deux os.

Le mouvement qui se passe dans les deux articulations radio-cubitale supérieure et inférieure est un mouvement de rotation (fig. 28) ; il prend le nom de *pronation*, lorsque le dos de la main regarde en avant, et de *supination* dans le mouvement inverse, mouvement qui place en avant la paume de la main.

Dans l'exécution de ce mouvement, le radius non seulement tourne autour de son axe, mais encore décrit un arc de cercle autour du cubitus. C'est que l'axe vertical du radius est en réalité un axe coudé, semblable à un arbre à came, et cette coudure fait que lorsque le radius tourne autour de son axe, la partie inférieure de l'os est entraînée avec la main qui lui est solidaire autour du cubitus (fig. 28). On conçoit l'importance de ce mouvement dans l'utilisation de la main qui pourra prendre ainsi toutes les positions possibles en pivotant de 180 degrés par rapport à l'épaule.

Un autre type parfait d'articulation trochoïde est celle qui unit la première vertèbre ou atlas à la seconde vertèbre ou axis. Le pivot de l'axis, emboîté dans un anneau moitié osseux, moitié fibreux, permet en se déplaçant les mouvements de rotation de la tête sur la colonne vertébrale, tandis que l'articulation condylienne de l'occipital sur l'atlas permet les mouvements de flexion et d'extension de la tête. Les mouvements d'inclinaison de celle-ci se passent dans toute la colonne cervicale.

D'autres types d'articulations pourraient être décrits, telles les articulations dont les surfaces articulaires à peu près planes ne permettent que le mouvement de glissement. D'autres, dites par *emboîtement réciproque*, ont des surfaces articulaires concaves et convexes en sens inverse. Ce dispositif rappelle la disposition d'un cavalier sur sa selle, d'où le nom d'*articulations en selle* qu'on donne parfois à ce type. L'*articulation du métacarpien du pouce avec le trapèze* en est un exemple. Lorsque le pouce s'oppose aux autres doigts, c'est-à-dire lorsque sa face palmaire regarde la face palmaire des autres, le métacarpien glisse sur le trapèze et verse sur le côté interne de l'os comme un cavalier sur le point d'être désarçonné.

Comme on le voit, le dispositif articulaire nous présente encore une confirmation de la loi que nous avons énoncée à propos du système osseux. Les surfaces articulaires sont modelées suivant la force et la direction des muscles qui agissent sur les leviers. La fonction modèle encore ici l'organe. Qu'il s'agisse de son corps ou de ses extrémités, l'os subit, comme une cire molle, toutes les influences que lui impriment des forces, extérieures à lui. Toutes les fois que l'on rencontre chez des animaux différents des os ayant des traits de ressemblance ou des articulations ayant des caractères communs, on peut être certain que les muscles qui s'insèrent à ces leviers osseux avaient des liens de parenté et que les fonctions articulaires étaient semblables.

LES MUSCLES

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Nous avons envisagé précédemment la constitution du squelette et les moyens d'union qui en réunissent les différentes pièces. Considérés au point de vue mécanique, les os constituent, comme nous l'avons vu, des bras de levier sur lesquels s'implantent les organes moteurs proprement dits, les muscles. En réalité, le système musculaire comprend deux grands groupes : les muscles de la vie de relation, encore appelés muscles actifs, muscles de la locomotion, et les muscles de la vie organique ou végétative, encore appelés muscles viscéraux et qui sont soustraits à l'influence volontaire. Les uns et les autres jouissent de la propriété de se contracter ; la contraction est rapide chez les premiers, lente chez les seconds. Leur structure est d'ailleurs différente : les premiers sont constitués par des fibres striées, les seconds par des fibres lisses (Voir *Histologie*). Nous ne nous occuperons dans ce chapitre que des muscles striés.

Les muscles sont la caractéristique de la vie mobile de tous les animaux supérieurs. « Les animaux supérieurs mangent pour vivre, les inférieurs vivent pour manger et pour croître. Les derniers sont des machines à croître et à manger, les premiers sont des machines de travail. Les vertébrés sont de puissants accumulateurs d'énergie qu'ils dépensent ensuite en mouvements. Comme la mobilité exige certaines conditions dynamiques et statiques bien déterminées, comme elle requiert aussi un appareil d'innervation fort développé avec des organes des sens très perfectionnés, cette propriété essentielle des vertébrés est au fond la cause de leur organisation si complexe. » (Vialleton.)

Les muscles striés constituent ce que l'on désigne communément du nom de « chair ». Ce sont les muscles qui servent à l'alimentation carnée ; en terme de boucherie, ils constituent la *viande*. Les quelque 500 muscles striés que Sappey a comptés chez l'homme forment une masse d'environ 30 kilogrammes chez un individu qui en pèse 70. On voit par ces simples chiffres l'importance que possède le système actif de la locomotion.

La plupart du temps les muscles sont rectilignes, ayant un trajet parallèle à l'axe, soit du corps, soit des membres, ou un trajet oblique et même transverse par rapport à ces axes. Plus rarement, le muscle a une direction coudée (muscle réfléchi). La forme du muscle, comme celle de l'os, est, d'ailleurs, toujours adaptée au rôle mécanique. L'anatomie nous donne la preuve de cette harmonie entre l'aspect et la fonction. Les *muscles longs* se rencontrent de préférence aux membres ; ils sont destinés aux mouvements étendus. Ils s'y disposent en plusieurs couches, et, comme il est facile de le prévoir, les plus superficiels sont plus longs que les muscles profonds. Les *muscles larges* forment surtout les parois des grandes cavités : ventre, bassin. Les *muscles courts* se rencontrent au voisinage des articulations douées de mouvements limités, mais exigeant beaucoup de puissance.

Lorsque pour une raison quelconque le muscle ne travaille pas, il s'altère ou tout au moins s'atrophie. Nulle part ailleurs ne se vérifie mieux la formule bien connue de M. J. Guérin : « La fonction fait l'organe ». Le volume du muscle et son poids sont en rapport avec l'effort dont il est susceptible.

Tous les muscles striés sont libres à leur partie moyenne et fixés par leurs extrémités sur des surfaces qui peuvent être : la peau (muscles peauciers), les muqueuses (muscles de la langue), des organes (muscles de l'œil), etc., mais le plus souvent sont des os. Tout muscle possède au moins deux insertions dont l'une est fixe et l'autre mobile, c'est-à-dire que lorsque le muscle se contracte, l'insertion fixe siège sur une pièce immobilisée, tandis que le point mobile se rapproche du point fixe. Suivant certaines circonstances, l'insertion habituellement fixe peut devenir mobile et, inversement, l'insertion mobile peut devenir fixe.

La substance musculaire ne s'insère pas directement. Entre elle et la surface d'insertion, les faisceaux musculaires se raccordent à des organes que l'on appelle les *tendons*, organes constitués par du tissu connectif, donc dénués de la propriété de se contracter. La continuité du muscle avec ses tendons est variable : tantôt elle se fait bout à bout, tantôt latéralement, le faisceau musculaire s'implantant dans ce dernier cas à la façon des barbes d'une plume sur leur tige commune. Ces dispositions variables ont une influence sur l'action et la puissance du muscle, en dehors du volume de la masse musculaire ; il faut donc tenir compte des rapports des fibres avec les tendons d'origine ou de terminaison. Il est facile de se rendre compte sur la figure 33 que, de deux muscles ayant à peu près même longueur, même largeur, même épaisseur, celui qui possède le

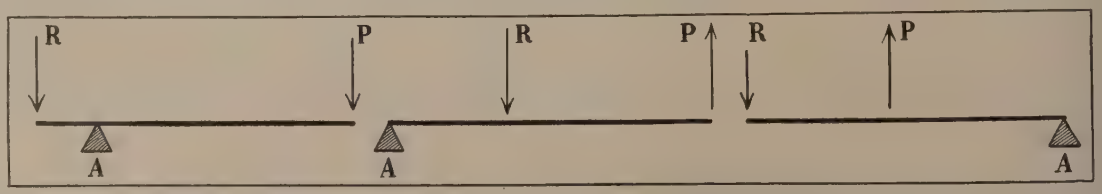


Fig. 31. — DIFFÉRENTES FORMES DE LEVIER. Dans le levier du premier genre (*à gauche*), le point d'appui est placé entre la puissance et la résistance. Dans le levier du deuxième genre (*au milieu*), la résistance est située entre la puissance et le point d'appui. Dans le levier du troisième genre (*à droite*), la puissance est située entre la résistance et le point d'appui. (Moreaux, del.)

tendon le moins long se raccourcira, pendant la contraction, beaucoup plus que l'autre, développera une énergie plus considérable et pourra soulever un poids très supérieur.

Le muscle muni de son appareil tendineux est encore entouré d'un manchon fibreux, l'*aponévrose d'enveloppe*, qui l'isole d'une part des muscles voisins et envoie d'autre part à l'intérieur du muscle des cloisons dont l'ensemble forme une charpente conjonctive qui augmente la résistance du muscle tout en lui conservant son unité fonctionnelle.

Le muscle strié, organe doué d'une grande activité, possède une vascularisation très abondante. Chaque muscle reçoit de nombreuses branches artérielles qui se subdivisent, s'anastomosent et forment un réseau dont les rameaux les plus ténus s'engagent dans l'intervalle des fibres musculaires pour leur apporter non seulement la vie, mais les matériaux nécessaires à la contraction. La voie de retour du sang est assurée par de nombreuses veines. D'une bonne vascularisation musculaire dépend la plus ou moins grande résistance du muscle à la fatigue (Voir *Physiologie*).

Enfin, le muscle strié est pourvu d'une riche innervation. L'influx nerveux apporté par le nerf se transforme et détermine la mise en jeu de la contraction musculaire. On a dit à juste titre que le muscle peut être considéré comme la terminaison d'un nerf. Entre nerf et muscle existe une substance particulière dite substance réceptive, la *plaque motrice*, plus excitable que le muscle lui-même et que le nerf lui-même et plus fragile aussi. Elle joue un rôle prépondérant dans la conservation du muscle et dans son fonctionnement normal. A côté de cette innervation dite motrice, le muscle possède une innervation sensitive qui apporte à l'individu des notions de poids et de résistance. Enfin une innervation sympathique, végétative, semble assurer au muscle vivant une propriété qui lui est propre, le *tonus* (Voir *Physiologie*).

En résumé, le muscle, organe générateur du travail mécanique, est formé par des fibres musculaires toutes enfermées dans une gaine, l'*aponévrose de contention* ou d'enveloppe ; chaque faisceau musculaire est aussi entouré également d'une gaine connective dépendante de la précédente et qui se réunit de part et d'autre du muscle au tendon. Ce dernier organe sert uniquement à la transmission. La vascularisation apporte le combustible, représenté par le sucre, et enlève au muscle le déchet du travail et de la combustion. Enfin, le nerf apporte à la substance musculaire l'excitation nécessaire à la mise en jeu de la contractilité. Nous pouvons ainsi comprendre l'action des différents muscles sur le mouvement.

Des notions simples de mécanique appliquées à l'examen des différents muscles viennent nous renseigner sur le rôle de ce muscle et sa puissance. Un muscle attaché par ses deux insertions sur deux os qu'une articulation réunit engendre le mouvement de l'os

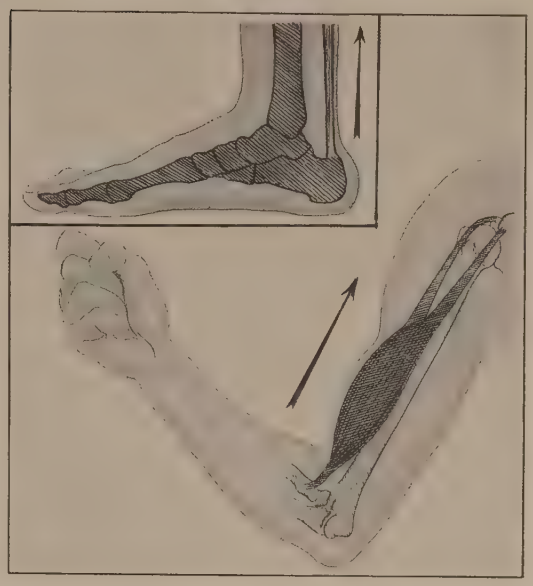


Fig. 32. — ACTION DES MUSCLES. LES LEVIERS. L'action du biceps (en bas) et celle du triceps sural (en haut) nous montre qu'il s'agit d'un levier du premier genre, où le point d'appui (articulation du coude ou du cou-de-pied) est placé entre la puissance et la résistance. (Moreaux, del.)

mobile, ce mouvement ayant une direction que détermine, comme nous l'avons vu au chapitre précédent, la conformation des surfaces articulaires. Les os jouent le rôle de levier et chacun d'eux, examiné à ce point de vue, nous présente, comme tout levier, un point d'appui, une puissance et une résistance (fig. 31 et 32). Le point d'appui est la partie mobile autour de laquelle tourne le levier. Il répond à une articulation. La puissance est représentée par le ou les muscles qui s'insèrent sur le levier : la résistance est représentée par le segment à mobiliser, segment dont le poids est la force à vaincre. Comme on peut le voir sur la figure 31, ce sont les leviers du premier et du troisième genre qui sont les plus nombreux dans la mécanique animale. Le levier du premier genre s'appelle souvent le *levier de la statique*. Le point d'appui est situé entre la puissance et la résistance ; on retrouve cette forme du levier dans le maintien en équilibre de la tête sur la colonne vertébrale, dans le maintien du bassin sur les fémurs, etc. Le *levier du troisième genre* est le plus répandu. La puissance, c'est-à-dire l'insertion mobile du muscle, se trouve située entre le point d'appui et la résistance. On le retrouve dans les mouvements des membres, spécialement dans les mouvements de flexion et d'extension : les segments de membres s'ouvrant et se fermant, comme nous l'avons vu, à la façon des branches d'un compas.

La mécanique nous apprend encore qu'une force a son maximum d'action lorsqu'elle s'exerce perpendiculairement au levier à mouvoir et qu'elle diminue d'autant plus qu'elle s'exerce dans une direction plus parallèle.

C'est ce dernier dispositif, assez fâcheux au point de vue mécanique, que l'on rencontre le plus souvent au niveau des membres, où les muscles sont disposés parallèlement au grand axe de ceux-ci. Cependant, il faut remarquer que les saillies des surfaces articulaires remplissent pour certains tendons le rôle de poulies de réflexion et augmentent ainsi l'angle sous lequel se fait l'insertion musculaire. La défectuosité mécanique est de ce fait partiellement corrigée. Enfin l'insertion d'un muscle se manifeste parfois sous forme d'une saillie osseuse qui forme avec l'axe de l'os un angle plus ou moins ouvert (fig. 33). Cette implantation du muscle corrigera donc partiellement la défectuosité mécanique de sa direction.

Les muscles sont disposés par groupes qui agissent dans le même sens, et l'on rencontre toujours, à côté d'un groupe musculaire dont l'action détermine un mouvement bien défini, un autre groupe musculaire dont la puissance produit un mouvement opposé au premier. Si, par exemple, le premier groupe a pour action de fléchir l'avant-bras sur le bras, le deuxième groupe aura comme rôle de l'étendre. Le premier groupe constituera les fléchisseurs, le second les extenseurs, ceux-ci étant les antagonistes des premiers. Au niveau des membres, ces muscles se disposent, comme on le conçoit, de part et d'autre des articulations, les uns en avant, les autres en arrière.

La variabilité de la forme des muscles homologues est considérable suivant les individus. Ce sont les muscles qui, avec le squelette, impriment au corps ses formes et ses proportions. On sait que chez l'enfant et chez la femme les masses musculaires ne forment que des reliefs atténués, en quelque sorte arrondis (fig. 34). C'est après la puberté que les muscles prennent toute leur importance. Tandis que la taille atténue sa croissance, la masse musculaire augmente de volume. Les conditions

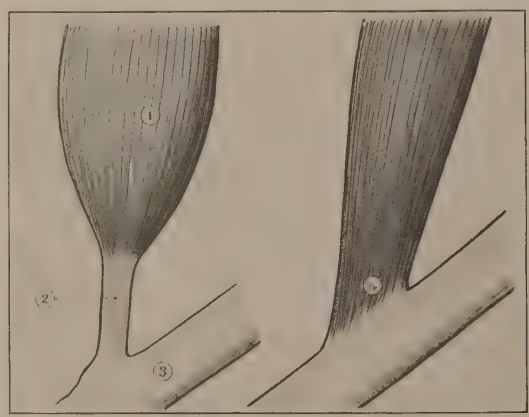


Fig. 33. — SCHÉMA DES INSERTIONS MUSCULAIRES SUR L'OS ▰ La figure de gauche montre comment se fait l'insertion du muscle sur l'os par l'intermédiaire d'un tendon. La figure de droite montre que ce tendon peut être assez réduit pour que l'insertion du muscle sur l'os se fasse presque directement. — 1. *Corps musculaire.* — 2. *Tendon.* — 3. *Os.* — 4. *Insertion presque directe des fibres musculaires sur l'os.* (Moreaux, del.)

d'existence de l'individu, l'importance des travaux physiques ou la forme des exercices influence le développement musculaire chez l'adolescent, le jeune homme et l'adulte encore jeune. On s'aperçoit, comme l'a très bien noté Richer, que les longueurs relatives du corps charnu et des fibres tendineuses pour un même muscle ne sont pas les mêmes pour tous les individus. On désigne sous le nom de muscle long celui dont le corps charnu est relativement plus long, et sous le nom de muscle court celui dont le corps charnu est relativement plus court. « On reconnaîtra facilement les hommes à muscle long par l'atténuation générale des formes, malgré le volume musculaire, par l'absence de heurts violents au niveau des insertions musculaires, par l'aspect fuselé des membres. Les antiques, pour la plupart, se rattachent à ce type » (Richer).

Chez le vieillard, la disparition du tissu graisseux et la diminution de l'étendue de la fibre musculaire réalise un aspect particulier : la silhouette des muscles se dessine sous la peau, donnant une impression de sécheresse et de rigidité par suite de l'importance que prennent les saillies des cordes tendineuses.

CLASSIFICATION DES MUSCLES

La classification des muscles peut être établie de différentes façons :

La *méthode physiologique*, inaugurée par Vésale, groupe les muscles d'après leurs fonctions. On peut décrire ainsi les muscles moteurs de l'avant-bras sur le bras, de la jambe sur la cuisse, etc.

La *méthode topographique* classe les muscles d'après leur situation sur le squelette ; c'est ainsi que l'on décrit : 1° les muscles de la tête ; 2° les muscles du cou ; 3° les muscles de la région postérieure du tronc ; 4° les muscles du thorax ; 5° les muscles de l'abdomen ; 6° les muscles des membres supérieurs ; 7° les muscles des membres inférieurs.

Une troisième méthode, la *méthode d'anatomie comparée*, consiste à homologuer la musculature des vertébrés supérieurs, donc de l'homme, à celle des vertébrés inférieurs. Cette méthode, très intéressante au point de vue de l'homologie et de la signification générale des muscles, n'est pas appliquée habituellement à la nomenclature des muscles humains. Chez les vertébrés, la musculature se présente, peut-on dire, sous deux formes caractéristiques. *Chez les vertébrés inférieurs*, les poissons en particulier, les fibres musculaires ne forment pas des organes distincts, mais deux masses latérales segmentées par des cloisons sur lesquelles les fibres s'insèrent. Il existe autant de segments musculaires qu'il y a de segments vertébraux ; cette disposition est dite métamérique. Cette musculature n'agit pour ainsi dire pas directement sur le squelette, elle s'insère sur les cloisons qui lui transmettent la force musculaire. Les mouvements de l'animal ne sont que des mouvements de

Fig. 34. — MORPHOLOGIE MUSCULAIRE DE L'ENFANT, DE LA FEMME ET DE L'HOMME ⌀ Chez l'enfant et chez la femme, les masses musculaires ne forment que des reliefs atténués, en quelque sorte arrondis. Elles prennent toute leur importance chez l'homme. (Cl. Olivier.)

latéralité. *Chez les vertébrés supérieurs*, chez l'homme par conséquent, la musculature est modifiée par le grand développement que prend la cavité qui contient les viscères (poumons, cœur, appareil digestif, etc.) et par l'importance de la musculature des membres qui apparaissent chez les vertébrés adaptés à la vie terrestre. Suivant ces considérations générales, on peut homologuer à la musculature des poissons les muscles qui se groupent autour de la colonne vertébrale en y comprenant même les muscles de la paroi abdominale et les muscles des membres qui n'ont aucun homologue chez les vertébrés inférieurs. Ce n'est pas cette méthode que nous suivrons et nous adopterons la classification topographique.

DESCRIPTION DES MUSCLES

MUSCLES DE LA TÊTE. ⌀ ⌀ Les muscles de la tête constituent trois groupes. Les uns, annexés aux organes des sens (oreille, œil), seront décrits avec ces organes. Les autres, s'insérant au moins par une de leurs extrémités à la face profonde de la peau de la face, servent à la mobilité des téguments ; on les appelle souvent muscles de la mimique. Les derniers enfin déterminent les mouvements du maxillaire inférieur, ce sont les muscles masticateurs.

MUSCLES MASTICATEURS (fig. 35 et 36). — Formant une masse unique chez les vertébrés inférieurs, les muscles masticateurs se différencient au fur et à mesure que la fonction masticatrice prend de l'importance. Chez les mammifères, comme chez l'homme, ils comprennent quatre muscles dont la fonction commune est élévatrice : le temporal, le masséter, le ptérygoïdien interne et le ptérygoïdien externe. L'abaissement du maxillaire inférieur est déterminé par les muscles digastrique et génio-hyoïdien qui appartiennent à la région du cou (Voir page 37).

Le *temporal* est le muscle masticateur le plus développé ; il occupe la région de la tempe et forme à ce niveau une saillie qui augmente dans les mouvements du maxillaire inférieur. Disposé en éventail, il s'insère en haut à toute l'étendue de la fosse temporale et, en bas, à l'apophyse coronoïde du maxillaire inférieur.

Le *masséter* occupe la partie postérieure de la face, l'arrière-joue. Sa contraction se dessine très nettement dans l'action de serrer les deux mâchoires. Court, de forme quadrilatère, il s'étend de l'arcade zygomatique à la partie inférieure de la branche maxillaire inférieure.

Le *ptérygoïdien interne*, situé comme le suivant en dedans de la mâchoire, s'attache en haut dans la fosse ptérygoïde, en bas à l'angle du maxillaire inférieur ; il représente un masséter interne profond.

Le *ptérygoïdien externe* s'insère : en dedans, à la base du crâne ; en dehors, sur le col du condyle du maxillaire. Sa direction générale est horizontale ; il préside aux

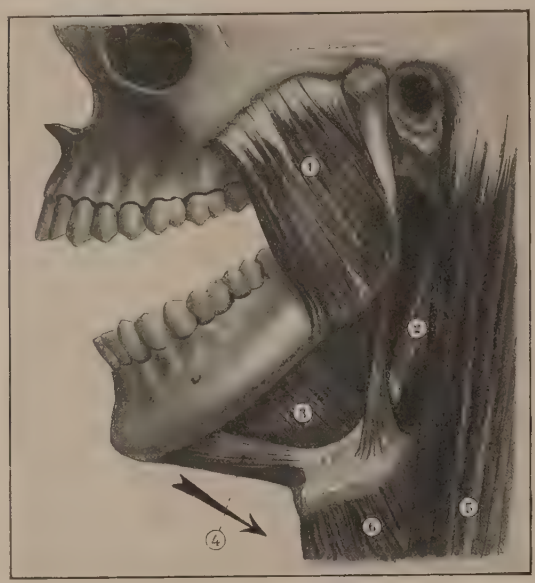


Fig. 35. — MUSCLES DE LA MACHOIRE ▪ On voit sur cette figure la puissance des muscles masséters dont la contraction rapproche les deux mâchoires. — 1. *Masséter.* — 2. *Muscle digastrique (ventre postérieur).* — 3. *Mylo-hyoïdien.* — 4. *Muscle digastrique (ventre antérieur).* — 5. *Muscle sterno-cléido-mastoïdien.* — 6. *Muscle cléido-hyoïdien.* (Moreaux, del.)

mouvements de la mâchoire en avant et latéralement : ces mouvements latéraux portent le nom de mouvements de diduction ou de trituration et caractérisent la mastication chez les ruminants.

MUSCLES PEAUCIERS DE LA TÊTE. — Parmi ces muscles, les uns sont situés au niveau du crâne, les autres au niveau de la face. Ils sont tous innervés par un même nerf, le nerf facial. Leur ensemble constitue les muscles de la mimique.

MUSCLES PEAUCIERS DU CRANE OU ÉPICRANIENS. — Ces muscles sont tous superficiels et forment quatre groupes : en avant le frontal, en arrière l'occipital et sur les côtés les auriculaires ; ils sont réunis par une aponévrose, l'aponévrose épicranienne, qui, à la façon d'une calotte, recouvre la convexité du crâne.

Le *frontal*, placé sous la peau du front, la plisse et l'élève en même temps. C'est le *muscle de l'attention*, et, par ses combinaisons avec d'autres, le *muscle de la surprise, de l'effroi ou de l'admiration* (fig. 37).

L'*occipital*, situé à la partie postérieure du crâne sous le cuir chevelu, en tend l'aponévrose.

Les *muscles auriculaires* comprennent les auriculaires antérieur, postérieur et supérieur. Rudimentaires chez l'homme, ils n'ont qu'une action limitée ; les mouvements du pavillon sont, on le sait, très peu accentués chez lui.

MUSCLES PEAUCIERS DE LA FACE (fig. 37 et 38). — On les divise en trois groupes qui se disposent autour des paupières, des narines et des lèvres.

Muscles des paupières. — Le *sourcilier* double la peau des sourcils. Il tire ceux-ci en dedans et un peu en haut, les brisant à leur partie interne : il se produit consécutivement sur la peau du front des plis concentriques qui donnent à la physionomie une expression caractéristique de souffrance. Le muscle sourcilier est le *muscle de la douleur*.

L'*orbiculaire* des paupières entoure l'orifice palpébral, mais dépasse en hauteur les paupières elles-mêmes. La portion palpébrale qui occupe l'épaisseur des paupières produit l'occlusion de l'œil. Lorsque la contraction est modérée, l'ouverture des yeux se présente sous forme d'une fente plus ou moins étroite. Cet état de la fente palpébrale ne constitue pas par lui-même une expression proprement dite, mais peut être complémentaire de diverses expressions : associé à une légère contraction du triangulaire des lèvres qui est le muscle du mécontentement, elle donne au visage l'expression du mépris. La partie orbitaire excentrique à la portion palpébrale suit le contour de l'orbite. La portion supérieure sous-jacente à la peau du sourcil, donc courbe comme celui-ci, redresse sa courbure en se contractant. Il rend rectiligne le sourcil, l'abaisse et tend la peau du front en y faisant disparaître toute ride. L'œil est voilé, l'individu semble isolé du monde extérieur ; l'expression est celle de la réflexion ou de la méditation. L'action de l'orbiculaire supérieur s'oppose à celle du frontal, *muscle de l'étonnement ou de l'attention.*

La portion orbitaire inférieure, lorsqu'elle se contracte seule, soulève la paupière inférieure, se gonfle légèrement ; c'est le *muscle de la bienveillance.*

Muscles du nez. — Le *pyramidal* s'insère : en haut, à la peau de la racine du nez ; en bas, à la partie inférieure de l'os du nez ; il est situé dans l'espace intersourcilier. Lorsqu'il se contracte, il coupe la racine du nez de plusieurs plis transversaux et abaisse la tête du sourcil ; il donne à la physionomie un caractère de sévérité ou même agressif. Le *dilatateur* des narines, comme le *transverse du nez* et le *myrtiforme*, sont moteurs de l'aile du nez, les premiers la tirant en haut et en avant, le second la resserrant et donnant à la voix un timbre particulier (muscle nasillard).

Muscles des lèvres. — Le *grand zygomatique* s'insère à l'os de la pommette d'une part et à la face profonde de la commissure des lèvres d'autre part ; il tire celles-ci en haut, la peau de la joue devient plus saillante, quelques plis rayonnés se dessinent à l'angle externe de l'œil ; il donne l'*expression du rire et de la joie.*

Le *petit zygomatique*, qui est en dedans du précédent, s'insère à l'os malaire et à la peau de la partie moyenne de la lèvre supérieure. Avec le muscle suivant, il concourt à donner l'expression du dédain et de l'attendrissement (*muscle du pleurer*). L'*élévateur commun de l'aile du nez et de la lèvre supérieure* s'insère en haut au niveau de l'angle interne de l'œil et suit de haut en bas le sillon qui sépare le nez de la joue, le sillon naso-génien, pour descendre dans l'épaisseur de la lèvre supérieure. Avec l'élévateur propre de la lèvre supérieure, qui est situé

plus en dehors, il élève la partie médiane de la lèvre, la commissure des lèvres demeurant fixe, rend rectiligne le sillon naso-génien qui forme une sorte de gouttière que parcourent les larmes lorsqu'elles s'écoulent en abondance. La contraction de ces muscles et du petit zygomatique donne au visage l'expression du pleurer à chaudes larmes (*muscles du sanglot*).

L'*orbiculaire des lèvres*, disposé à la manière d'un sphincter (fibres circulaires autour d'un orifice), fronce les lèvres, les renverse en dehors, les projette en avant (action de pincer les lèvres ou de faire la moue). Il concourt à l'*expression du doute ou de la colère*.

Le *triangulaire des lèvres*, qui va de la mâchoire inférieure à la commissure des lèvres, abaisse la commissure labiale. Il joue un rôle important dans l'*expression du mépris ou de la tristesse*.

Le *carré du menton*, situé en dedans et au-dessous du précédent, renverse la lèvre inférieure plus ou moins fortement ; lorsque sa contraction est peu énergique, la physionomie exprime le *dégoût*.

A ces muscles de la face qui jouent un rôle important dans la mimique, il faut ajouter les *buccinateurs*, qui s'insèrent en arrière sur le bord dentaire des deux maxillaires, près des grosses molaires, et en avant à la face profonde de la peau au niveau des commissures des lèvres. Lorsqu'ils sont repoussés en dehors par l'air emmagasiné dans la bouche, leur contraction comprime cet air et l'oblige à s'échapper sous pression par l'orifice buccal dont l'ouverture est graduée par l'orbiculaire. On voit la part que jouent ces muscles dans le sifflement, dans le jeu des instruments à vent. Dans la mastication, ils ramènent dans la cavité buccale les parcelles alimentaires égarées entre les lèvres et les arcades dentaires. Ajoutons enfin le *risorius de Santorini*, qui se dirige transversalement sous la peau de la joue jusqu'à la commissure des lèvres et attire celle-ci en arrière. Il agrandit le diamètre transversal de la bouche ; son action est souvent associée à celle du peaucier du cou, dont la contraction se manifeste dans l'effort violent ou dans les expressions du *rictus, du rire menaçant et du ricanement*.

MUSCLES DU COU. ▱ ▱ Les muscles du cou sont situés, soit en avant de la colonne vertébrale (muscles du cou proprement dits), soit en arrière (muscles de la nuque) ; ces derniers seront décrits avec les muscles de la région postérieure du tronc.

Les muscles du cou proprement dits sont répartis en rois régions : la région latérale du cou ; la région de l'os hyoïde ; la région prévertébrale.

MUSCLES DE LA RÉGION LATÉRALE DU COU (fig. 39 et 40). — Ils sont au nombre de cinq. Le plus superficiel est le *peaucier*, qui descend de la face jusqu'à la partie antérieure de la poitrine et dont nous rappelons le rôle dans l'expression de l'effort, des émotions violentes ou tristes. Au-dessous de lui, les muscles *sterno-cléido-mastoïdiens* s'étendent de la partie supérieure du sternum et de la partie interne de la clavicule jusqu'à l'apophyse mastoïde et l'occipital. Leur relief se dessine chez les sujets musclés ou maigres sous forme de deux cordes dont l'écartement augmente de bas en haut. Dans leur intervalle, proéminent la pomme d'Adam (cartilage thyroïde du larynx) et la glande thyroïde. Le long de leur trajet, mais plus profondément, chemine le paquet des gros vaisseaux et nerfs du cou. On les appelle encore les muscles satellites de l'artère carotide, parce qu'ils l'accompagnent dans une grande partie de son trajet.

Innervés comme le trapèze par un nerf cranien, le spinal, et par le plexus cervical, ils ont des rôles importants. Prenant leur point fixe sur le thorax et se contractant ensemble, ils fléchissent la tête (mouvement de salut). S'ils agissent isolément, chacun d'eux fléchit la tête sur la colonne vertébrale, l'incline de son côté et lui fait exécuter un mouvement de rotation qui porte le menton du côté opposé. Les sterno-cléido-mastoïdiens sont fréquemment atteints de cette affection douloureuse que

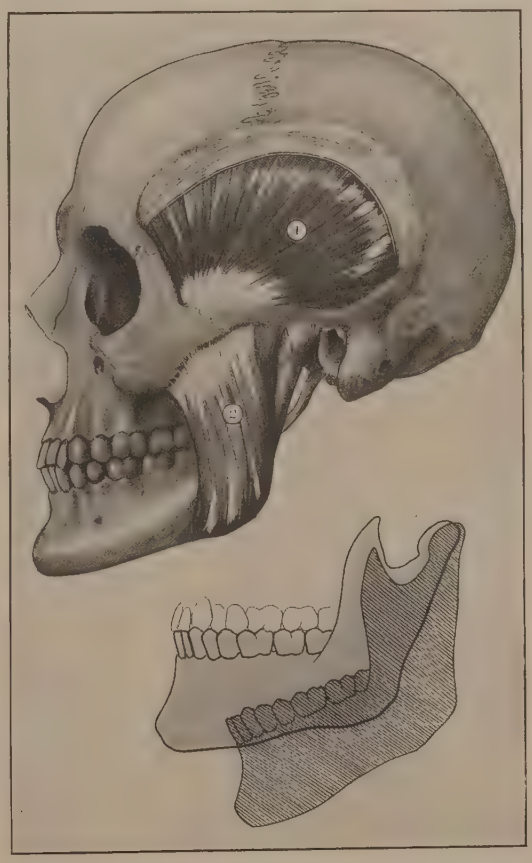


Fig. 36. — MUSCLES TEMPORAL ET MASSÉTER ▱ Ces deux muscles puissants concourent à relever la mâchoire inférieure que la seule pesanteur suffisait à abaisser. — 1. *Muscle temporal*. — 2. *Muscle masséter*. — *En bas :* positions de la mâchoire inférieure relevée et abaissée (en grisaille). (Moreaux, del.)

l'on appelle le torticolis ; on connaît l'attitude maniérée que prenaient certains dandys de l'époque Directoire, affectant d'incliner la tête sur l'épaule (torticolis des petits-maîtres). Lorsque la tête est maintenue et fixée, la contraction des deux muscles provoque une élévation légère de la partie supérieure du thorax ; de par cette fonction, ils sont des muscles inspirateurs auxiliaires.

Les *scalènes*, au nombre de deux (scalènes antérieur et postérieur), sont tendus entre les apophyses transverses des vertèbres cervicales (de la troisième à la sixième) jusqu'à la première et la deuxième côte. Ils sont situés profondément sur les côtés du cou et invisibles sur le vivant ; leur contraction incline la colonne de leur côté. Lorsqu'ils se contractent simultanément à droite et à gauche, ils fixent la colonne cervicale en une attitude rigide, qui est nécessaire dans le port de fardeaux pesants placés en équilibre sur la tête.

Le muscle *droit latéral* de la tête est un petit muscle tendu entre l'atlas et l'occipital (apophyse jugulaire) et dont le rôle est semblable à celui des intertransversaires (Voir page 41).

Muscles de la région de l'os hyoide. — Ces muscles s'attachent sur l'os hyoïde, qui barre transversalement la région antérieure du cou au-dessous du maxillaire inférieur. Les uns, appelés *muscles sous-hyoïdiens*, s'étendent soit du sternum et de la clavicule (*sterno-cléido-hyoïdien*), soit de l'omoplate (*omo-hyoïdien*), soit du cartilage thyroïde (*thyro-hyoïdien*) à l'os hyoïde qu'ils abaissent. D'autres, situés au-dessus, et dits muscles sus-hyoïdiens, élèvent l'os hyoïde, tels le *stylo-hyoïdien*, le *mylo-hyoïdien* et le *génio-hyoïdien*, tendus du maxillaire inférieur au corps de l'os hyoïde ; ils jouent un rôle dans la mastication et la déglutition. Il en est de même du muscle *digastrique* qui, partant de la rainure du digastrique située à la face interne de l'apophyse mastoïde, prend une attache à l'os hyoïde par un tendon intermédiaire et se redresse pour gagner la partie interne et inférieure de la symphyse du menton ; ce muscle abaisse la mâchoire.

Muscles de la région prévertébrale. — Ceux-ci sont directement appliqués à la face antérieure de la colonne vertébrale. Ils sont au nombre de trois de chaque côté : le *grand droit antérieur de la tête*, le *petit droit antérieur de la tête*, le *long du cou*. Ces muscles sont des fléchisseurs de la colonne vertébrale et l'inclinent légèrement quand ils n'agissent que d'un côté. Leur contraction statique contribue aussi à assurer la rigidité de la colonne cervicale.

Aponévroses du cou. — Les muscles du cou que nous venons de décrire occupent des espaces distincts que limitent plus ou moins complètement des formations aponévrotiques. Celles-ci, au nombre de trois, aponévrose superficielle, moyenne, profonde, délimitent trois espaces. Les coupes transversales et verticales du cou nous montrent ces espaces qui prennent toute leur importance en pathologie, qu'il s'agisse d'abcès aigus ou d'évolution des tumeurs : nous remarquons que le paquet des vaisseaux et des nerfs du cou, le larynx, la trachée, l'œsophage, le corps thyroïde, sont compris entre l'aponévrose moyenne et l'aponévrose profonde ou prévertébrale. Cet espace viscéral s'étend en haut jusqu'à la base du crâne et communique largement en bas avec la cage thoracique ; on conçoit que les affections qui se développent dans cette région du cou puissent se propager avec facilité vers la poitrine.

MUSCLES DE LA RÉGION POSTÉRIEURE DU TRONC ET DU COU (fig. 41). Cette région s'étend en largeur d'une omoplate à l'autre et en hauteur de l'occipital au coccyx. Les muscles y sont nombreux, très différents les uns des autres, se prêtant difficilement à une bonne classification. Anatomiquement, on peut les grouper en : muscles superficiels, muscles de la nuque, muscles des gouttières vertébrales et muscles vertébraux proprement dits.

Muscles superficiels. — Le plus superficiel des muscles est le *trapèze*. Il a la forme d'un capuchon qui s'insère au niveau du crâne sur la ligne courbe de l'occipital et sur la protubérance externe de cet os ; puis sur l'épine dorsale, depuis l'occipital jusqu'à la onzième vertèbre dorsale. De là, les faisceaux se dirigent : en dehors (insertions externes) pour se fixer sur le tiers externe du bord postérieur de la clavicule (faisceaux supérieurs) ; sur le bord supérieur de l'épine de l'omoplate et le bord postérieur de l'acromion (faisceaux moyens) ; enfin, sur la facette se trouvant en dedans de l'épine de l'omoplate (faisceaux inférieurs).

Les fonctions de ce muscle sont multiples. Quand le trapèze prend son insertion fixe sur l'omoplate, il incline la tête de son côté, tandis que la face se porte du côté opposé ; son action est connexe de celle du sterno-cléido-mastoïdien ; la contraction de ces muscles, innervés d'ailleurs par les mêmes nerfs, s'associe le plus souvent à un mouvement des yeux qui se portent du côté où la tête se tourne (mouvements conjugués de la tête et des yeux). Lorsqu'il prend son point fixe sur l'occipital, les faisceaux supérieurs du trapèze portent l'épaule en dedans et en haut (action de hausser les épaules), les faisceaux moyens rapprochent les omoplates, de même que la contraction des faisceaux inférieurs. La faiblesse de ces faisceaux entraîne les épaules en avant. Il est donc indispensable de développer chez l'enfant, par une gymnastique appropriée, les trapèzes et les autres muscles fixateurs de l'omoplate (rhomboïde, angulaire de l'omoplate, petit dentelé postérieur et supérieur) si l'on veut obtenir une attitude correcte, un effacement des épaules et prévenir le dos rond.

A la partie supérieure du tronc s'étale le *grand dorsal*. Ce muscle, large et mince, s'attache sur les apophyses épineuses des six dernières vertèbres dorsales, des cinq vertèbres lombaires, la crête sacrée, la partie postérieure de la crête iliaque et la face externe des trois ou quatre dernières côtes. De là, les faisceaux convergent

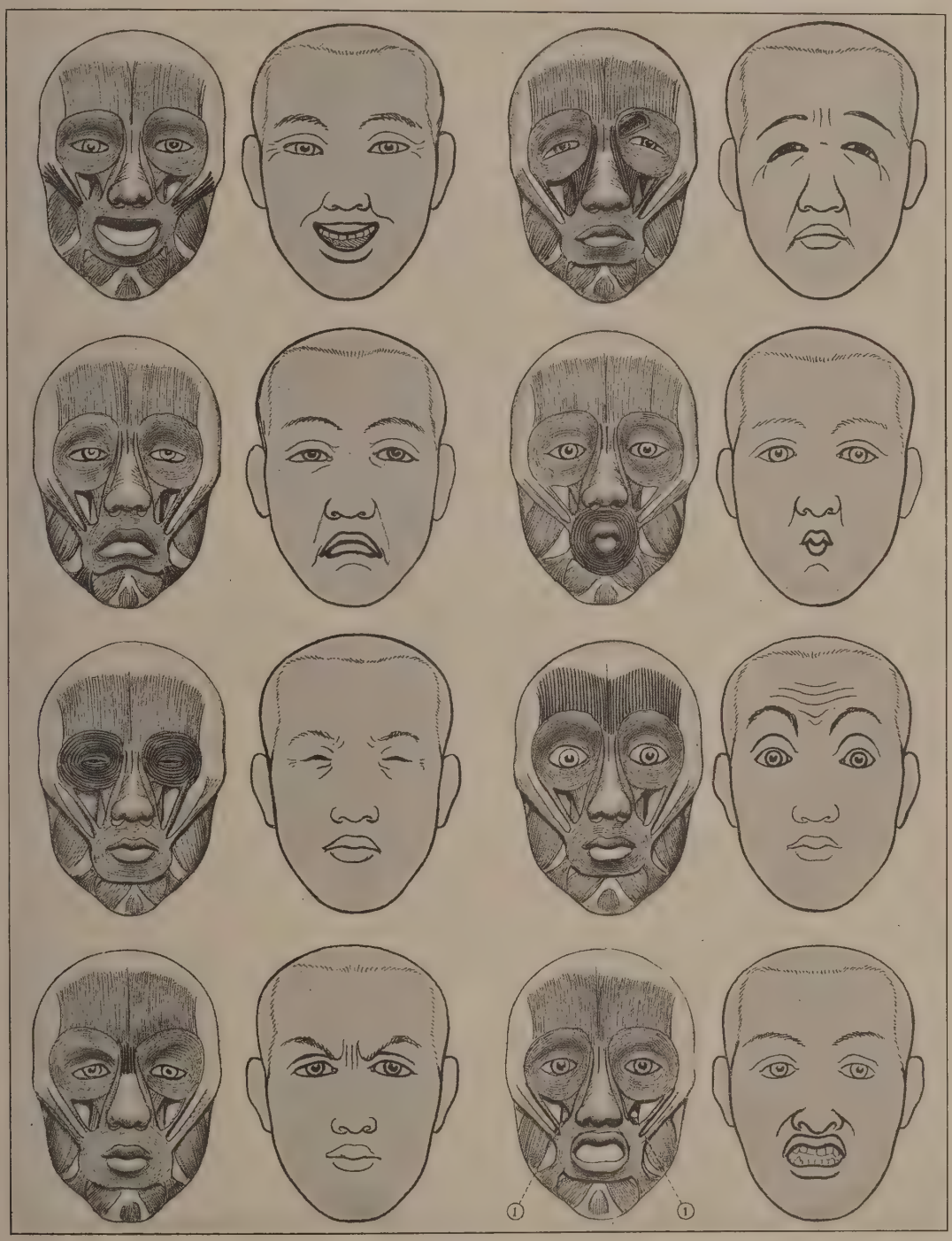


Fig. 37. — LES MUSCLES DE LA FACE ET LEUR ACTION SUR LA MIMIQUE ▫ Les muscles dont l'action est représentée sur chacune de ces figures sont dessinés dans une teinte plus foncée que celle de leurs voisins. ▫ *Première ligne, à gauche* : Contraction du grand zygomatique (expression de gaîté, de rire). ▫ *A droite :* Contraction de l'élévateur commun de l'aile du nez et de la lèvre supérieure (expression de tristesse, de pleurs). ▫ *Deuxième ligne, à gauche :* Contraction du muscle triangulaire des lèvres (expression de mépris). ▫ *A droite :* Contraction de l'orbiculaire des lèvres (moue, action de siffler, prononciation de la lettre U). ▫ *Troisième ligne, à gauche :* Contraction de l'orbiculaire des paupières. Tous les degrés de la fermeture des yeux. ▫ *A droite :* Contraction des muscles frontaux (expression de l'étonnement). ▫ *Quatrième ligne, à gauche :* Contraction des sourciliers (expression de souffrance ou de colère). ▫ *A droite :* Action combinée des muscles ouvrant l'orifice buccal. — 1. *Muscles élévateurs de la lèvre supérieure.* (Moreaux, del.)

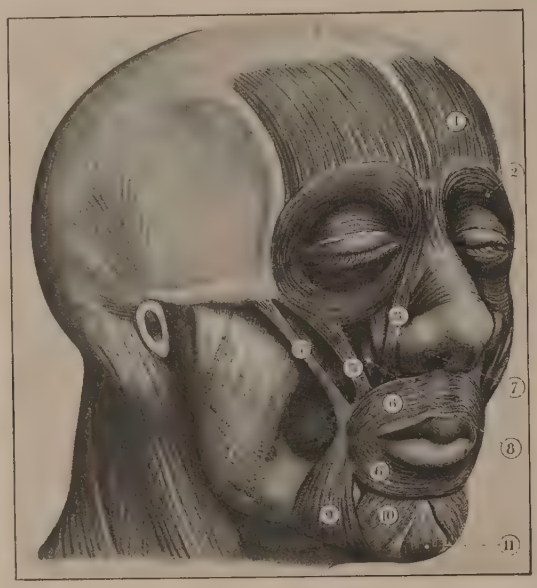


Fig. 38. — MUSCLES PEAUCIERS DE LA FACE ET DU CRANE ø Ces muscles, qui sont situés immédiatement sous la peau, sont ceux de la mimique. — 1. *Frontal.* — 2. *Orbiculaire.* — 3. *Elévateur commun de la lèvre supérieure et de l'aile du nez.* — 4. *Grand zygomatique.* — 5. *Petit zygomatique.* — 6. 6. *Orbiculaire des lèvres.* — 7. *Elévateur profond.* — 8. *Canin.* — 9. *Triangulaire des lèvres.* — 10. *Carré du menton.* — 11. *Muscle de la houppe du menton.* (Moreaux, del.)

vers l'aisselle ; ils s'insèrent par un tendon puissant dans le fond de la gouttière bicipitale de l'humérus.

Ce muscle porte le bras en arrière et lui fait exécuter un mouvement de rotation qui permet à la main de se porter en bas du dos (*ani scalptor* de Vésale). Sa contraction moins étendue efface les épaules et les abaisse en même temps. Il redresse en même temps le tronc (attitude du port d'armes). Lorsqu'il prend son point fixe sur l'humérus, il soulève le corps tout entier (action de grimper) ou isolément les côtes (inspirateur).

Recouvert par les muscles précédents et bien moins étendu qu'eux, le muscle *rhomboïde* s'attache aux apophyses épineuses des premières vertèbres dorsales d'une part et au bord interne de l'omoplate. Ce muscle fixe l'épaule et l'élève en même temps. Quand il s'associe à la partie inférieure du trapèze, il maintient l'omoplate rapprochée de la colonne vertébrale dans les efforts que le membre supérieur exerce lorsqu'on attire à soi un corps résistant.

L'*angulaire de l'omoplate* s'étend de l'angle supérieur de cet os aux apophyses transverses des quatre premières vertèbres cervicales. Il élève l'angle supérieur de l'omoplate ou plutôt tend à faire tourner l'omoplate autour de l'angle externe qui reste fixe.

Les *petits dentelés postérieur et supérieur, postérieur et inférieur* sont des muscles inspirateurs qui, de l'épine dorsale, gagnent la face externe des côtes.

Muscles de la nuque. — Les muscles de la nuque sont au nombre de huit. Les quatre premiers : le *splénius*, le *grand complexus*, le *petit complexus*, le *transversaire du cou*, sont des muscles d'assez grande dimension appartenant au groupe des extenseurs et des rotateurs de la tête sur la colonne vertébrale. Ce sont eux qui, par leur tonicité jointe à celle des fléchisseurs de la tête (sterno-cléido-mastoïdiens), assurent l'équilibre de celle-ci. Les quatre autres muscles : le *grand droit* et le *petit droit postérieurs de la tête*, le *grand* et le *petit obliques de la tête*, sont des muscles de faible dimension situés profondément et s'étendant des deux premières vertèbres cervicales, atlas et axis, à l'occipital ; ils servent tous à faire exécuter un petit renversement de la tête.

Muscles des gouttières vertébrales ou muscles spinaux proprement dits. — Ces muscles occupent les gouttières larges qui se creusent de chaque côté de la ligne médiane entre l'épine dorsale et les côtes. Lorsqu'ils sont volumineux, l'épine dorsale est enfouie au fond d'un sillon au lieu d'être en saillie, comme cela est le cas des sujets peu musclés et amaigris. L'anatomie décrit trois longs muscles qui s'étendent du sacrum à la région cervicale. Ce sont l'ilio-costal ou sacro-lombaire, le long dorsal et le transversaire épineux.

Le plus profond est le *transversaire épineux ;* il est formé d'une succession de petits muscles obliquement dirigés en haut et en dedans d'une apophyse transverse à une apophyse épineuse. L'ensemble de ces faisceaux constitue un appareil de rotation des vertèbres lombaire et dorsale et un appareil extenseur lorsque les faisceaux se contractent des deux côtés.

Plus superficiellement, l'*ilio-costal* et le *long dorsal* ont une origine inférieure commune au niveau de la gouttière sacrée et de la gouttière lombaire. Cette masse musculaire commune se divise en deux muscles principaux : l'un, l'*ilio-costal* ou *sacro-lombaire* est externe, et va s'insérer à l'angle des douze côtes et plus haut aux apophyses transverses des cinq vertèbres cervicales ; l'autre, le *long dorsal*, est interne ; ses fibres, en passant dans leur marche ascendante, s'amarrent en regard de chaque vertèbre : par un faisceau interne sur l'apophyse épineuse, par un faisceau moyen sur le sommet de l'apophyse transverse et par un faisceau externe sur la face de la côte entre l'angle et la tubérosité. Ces muscles assurent les mouvements composés d'extension et d'inflexion latérales du côté correspondant à la contraction. Duchenne de Boulogne a démontré que les spinaux ont dans la région lombaire une action indépendante des spinaux de la région dorsale : les premiers impriment à la colonne une courbure dorso-lombaire, les seconds une courbure dorso-cervicale. Cette indépendance explique que ces deux courbures peuvent se produire simultanément et en sens inverse des deux côtés, donnant à toute la colonne une forme d'S que l'on rencontre dans certaines déformations (scoliose).

A ces longs muscles spinaux se surajoutent profondément de petits faisceaux musculaires tendus, les uns entre les apophyses transverses, les autres entre les

apophyses épineuses, que l'on désigne du nom de muscles *intertransversaires* (muscles inclinateurs de la colonne vertébrale) et *interépineux* (muscles extenseurs). La contraction énergique de ces petits muscles, lorsqu'elle est bilatérale, transforme l'ensemble des vertèbres en une colonne rigide, fixité nécessaire pour accomplir certains efforts (port de lourds fardeaux sur la tête, sur le dos, traction de charges pesantes, etc.).

MUSCLES DU THORAX. Parmi les muscles du thorax, les uns unissent la cage thoracique aux membres supérieurs, épaule ou bras (muscles de la région antéro-latérale du thorax) ; les autres sont des muscles moteurs des côtes et annexés à la fonction respiratoire (muscles de la région costale).

MUSCLES DE LA RÉGION ANTÉRO-LATÉRALE DU THORAX. — Ils comprennent : le grand pectoral, le petit pectoral, le sous-clavier et le grand dentelé.

Le *grand pectoral*, le plus superficiel de la région, est un muscle large qui dessine la région mammaire. Il s'insère en dedans sur les deux tiers internes de la clavicule, sur la face antérieure du sternum, sur les cartilages des six premières côtes ainsi que sur la portion osseuse de la sixième et de la septième, enfin sur l'aponévrose abdominale. En dehors, un tendon puissant l'attache sur l'humérus au bord antérieur de la coulisse où passe le tendon du biceps. Ce muscle, qui joue un grand rôle dans la forme extérieure de la poitrine, constitue la paroi antérieure du creux de l'aisselle. Au point de vue de son action, il doit être divisé en deux portions. La partie supérieure, celle qui s'insère sur la clavicule et à la première pièce sternale, agit différemment suivant la position des bras. Si ceux-ci pendent le long du corps, elle élève les moignons de l'épaule et les porte en avant (action de porter un fardeau sur les épaules, expression de la crainte). Si le bras est placé verticalement, elle l'abaisse en le rapprochant de la ligne médiane (action de donner un coup de bâton). Si les bras sont horizontaux, elle leur fait décrire une courbe en les portant en avant et en dedans (premier temps de la natation). La portion inférieure abaisse le membre, l'amène contre le tronc et, si le mouvement continue, elle tire en bas le moignon de l'épaule.

Lorsque le muscle prend son insertion fixe sur l'humérus, il concourt avec le long dorsal à l'action du *grimper*.

Le *petit pectoral*, situé au-dessous du précédent, s'étend de l'apophyse coracoïde de l'omoplate aux troisième, quatrième et cinquième côtes ; il abaisse le moignon de l'épaule ou bien, prenant son point fixe sur l'omoplate, il élève les côtes et devient ainsi un muscle inspirateur.

Le *sous-clavier* est un très petit muscle qui double la face inférieure de la clavicule où il s'insère pour gagner la première côte. Il joue le rôle d'un ligament actif, maintenant l'extrémité interne de la clavicule appliquée contre le sternum.

Le *grand dentelé* est un large muscle rayonné. Plaqué contre les parties latérales du thorax, il s'attache par des digitations distinctes sur les neuf ou dix premières côtes pour gagner le bord interne spinal de l'omoplate. En union avec le rhomboïde qui semble le prolonger jusqu'à l'épine dorsale, il applique le bord spinal de l'omoplate contre le thorax. Par ses faisceaux inférieurs, il imprime à l'omoplate un mouvement de rotation qui élève l'acromion et aide ainsi au mouvement vertical du bras. Lorsque l'omoplate est maintenue d'une manière solide par la contraction du rhomboïde, le grand dentelé est élévateur des côtes ou plutôt augmente la courbure de l'arc de celles-ci ; c'est donc un muscle inspirateur.

MUSCLES DE LA RÉGION COSTALE. — Ils comprennent les muscles intercostaux, sur-costaux, sous-costaux, le triangulaire du sternum et le diaphragme. Ce dernier muscle qui sépare le thorax de l'abdomen sera décrit avec les muscles de cette dernière région (Voir page 42).

Les *intercostaux* remplissent les espaces compris entre les côtes se disposant en une double couche, les intercostaux externes et les intercostaux internes. On décrit même un intercostal moyen. L'action de ces muscles est assez discutée. Nous croyons, avec Duchenne de Boulogne, qu'ils sont inspirateurs et maintiennent par leur force tonique la cage thoracique dans son état normal.

Les *sur-costaux*, qui unissent l'extrémité postérieure des côtes aux apophyses transverses des vertèbres dorsales, sont des petits muscles inspirateurs. Les *sous-costaux* sont des organes rudimentaires, donc sans fonctions importantes.

Le *triangulaire du sternum* forme un éventail situé en

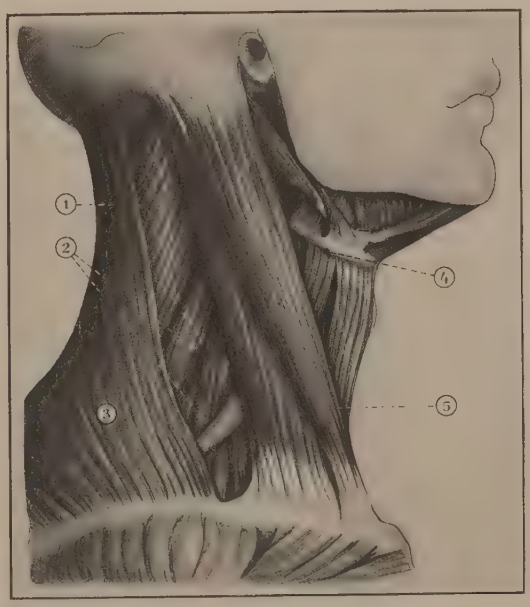


Fig. 39. — MUSCLES DU COU Plan superficiel. — 1. *Muscle splénius.* — 2. *Muscles scalènes.* — 3. *Trapèze.* — 4. *Os hyoïde.* — 5. *Sterno-cléido-mastoïdien.* (Moreaux, del.)

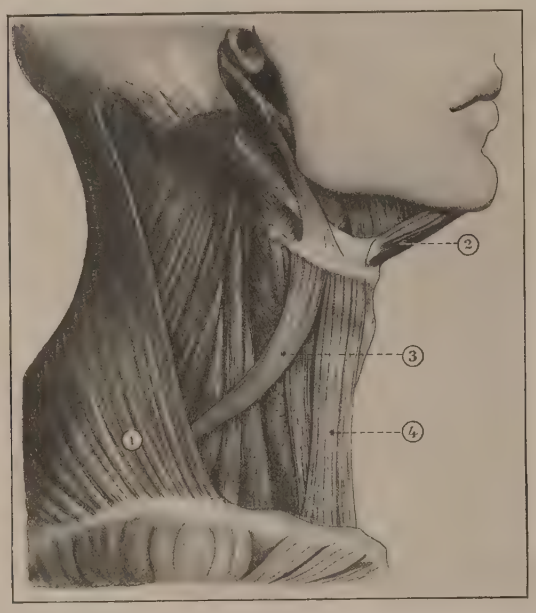


Fig. 40. — MUSCLES DU COU ⌀ Les muscles du cou sont nombreux. Ils forment plusieurs plans superposés. — Plan moyen : 1. *Trapèze.* — 2. *Muscle digastrique.* — 3. *Muscle homo-hyoïdien.* — 4. *Muscles sous-hyoïdiens.* (Moreaux, del.)

arrière du sternum et des six premiers cartilages costaux. Son action est peut-être expiratrice, mais de peu d'intérêt.

MUSCLES DE L'ABDOMEN. (fig. 42 et 43) ⌀ ⌀ L'abdomen est circonscrit par le bord inférieur de la cage thoracique en haut, le bassin en bas. Dans ce large hiatus squelettique s'étendent des formations musculaires importantes que l'on groupe habituellement en quatre régions : région latérale, postérieure ou lombo-iliaque, supérieure ou diaphragmatique, inférieure ou périnéale ; cette dernière sera examinée en même temps que les organes génito-urinaires.

RÉGION ANTÉRO-LATÉRALE. — En avant et sur les côtés, l'abdomen est formé par des muscles longs, les grands droits de l'abdomen, et par des muscles larges, le grand oblique, le petit oblique, le transverse de l'abdomen.

Le *grand droit de l'abdomen* s'insère en bas au pubis, en haut aux cartilages des cinquième, sixième et septième côtes. Situé de chaque côté de la ligne médiane, il forme deux saillies verticales que les statues antiques mettent en évidence. Le sillon médian du ventre les sépare. A sa partie supérieure, le muscle est divisé transversalement par des intersections aponévrotiques qui circonscrivent des rectangles charnus dont la saillie est parfaitement visible sur le nu, lorsque le muscle est contracté. Les grands droits sont fléchisseurs du tronc. Entre les deux muscles s'étend la ligne blanche, formation aponévrotique, serrée, qui présente un peu au-dessous de son milieu la cicatrice ombilicale.

Le *grand oblique de l'abdomen* s'insère à la face externe des huit dernières côtes d'une part, à la crête iliaque et au pubis d'autre part. L'un de ses bords tendus entre l'épine iliaque antérieure et supérieure et l'épine du pubis constitue l'*arcade crurale* qui dessine la limite entre l'abdomen et la cuisse et occupe la région de l'aine. Latéralement, le muscle est bordé par le sillon du flanc qui répond à la taille. Les grands obliques agissant ensemble fléchissent le tronc ; la contraction d'un seul côté imprime un mouvement de rotation. Ils abaissent aussi les côtes (muscles expirateurs). S'ils prennent leur point fixe sur le thorax, ils agissent sur le bassin qu'ils soulèvent et fléchissent vers les côtes (culbute en arrière).

Le *petit oblique de l'abdomen* s'insère sur l'arcade crurale, sur l'aponévrose postérieure de l'abdomen, sur les trois quarts antérieurs de la crête iliaque, d'une part, et, d'autre part, aux trois dernières côtes. En avant, comme le grand oblique de l'abdomen, il se réunit à l'aponévrose abdominale antérieure (fig. 43). Les deux petits obliques sont fléchisseurs du tronc. Quand un seul muscle se contracte, il imprime au thorax un mouvement de rotation qui le porte du côté du muscle contracté ; il est antagoniste du grand oblique du même côté et congénère du grand oblique du côté opposé.

Le *transverse de l'abdomen* s'insère à la face interne des six dernières côtes, à l'aponévrose abdominale postérieure, à la crête iliaque d'une part, et d'autre part à l'aponévrose abdominale antérieure. Sa fonction principale est d'agir sur les viscères abdominaux qu'il comprime à la manière d'une ceinture contre la colonne vertébrale. Il joue un rôle important dans les actes de la miction, de la défécation, du vomissement.

Les faisceaux musculaires des trois muscles que nous venons de décrire prennent naissance et se terminent sur des tendons larges que l'on appelle des *aponévroses d'insertion*, membranes très résistantes et qui, d'après leur situation, portent les unes le nom d'aponévroses abdominales postérieures, et les autres d'aponévroses abdominales antérieures.

En jetant un coup d'œil sur les coupes ci-jointes, on s'aperçoit que les aponévroses abdominales postérieures viennent englober en arrière les muscles spinaux et le muscle carré des lombes et s'insèrent définitivement sur l'apophyse épineuse, l'apophyse transverse et la partie latérale du corps vertébral. De cette trame fibreuse, extrêmement solide, partent les éléments de la sangle contractile des trois muscles abdominaux. Cette sangle est complétée à sa partie antérieure par les aponévroses abdominales antérieures qui viennent entourer le muscle grand droit pour lui former une gaine solide. Cependant, au tiers inférieur de ce muscle, les trois aponévroses d'insertion antérieures passent toutes en avant du muscle grand droit ; la face postérieure de ce muscle n'est donc plus revêtue que par un mince voile, voile fragile, le *fascia transversalis*. Au delà du muscle grand droit, c'est-à-dire au niveau de

la ligne médiane, les aponévroses abdominales antérieures forment la ligne blanche dont nous avons parlé tout à l'heure.

D'autre part, à la partie inférieure de la paroi abdominale, les muscles larges de l'abdomen ne forment pas une trame complète oblitérant tout l'espace squelettique compris entre l'épine iliaque antérieure et supérieure et l'épine du pubis. Au-dessous de l'arcade crurale, cet hiatus libre est comblé en dehors par le muscle psoas iliaque. En dedans de ce muscle persiste un passage, le *canal crural*, dans lequel s'engagent les vaisseaux destinés à la cuisse. Pathologiquement, on peut voir s'y engager une anse intestinale (hernie crurale). Au-dessus de l'arcade crurale, à son insertion à l'épine du pubis, existe un deuxième canal, le *canal inguinal*, dans lequel s'engagent normalement les éléments du cordon (Voir *Organes génitaux*, p. 131). Pathologiquement ce canal, qui est encore un point faible de la paroi abdominale, peut être le siège de hernies (hernies inguinales). Les dessins ci-joints permettent de comprendre la constitution de ce canal.

Région lombo-iliaque. (fig. 45). — Les muscles de cette région situés à la région postérieure de l'abdomen comprennent le carré des lombes, le psoas iliaque, ce dernier grossi du petit psoas.

Le *carré des lombes*, tendu entre la douzième côte et la crête iliaque, complète la paroi abdominale postérieure. Ses attaches sur les apophyses transverses des vertèbres lombaires permettent d'incliner celles-ci ; il est en même temps abaisseur des côtes ou inclinateur du bassin, suivant qu'il prend son point fixe sur celui-ci ou sur celles-là.

Le *psoas iliaque*, muscle contenu dans la cavité abdominale, est constitué par deux portions, l'une psoas, l'autre iliaque. La première prend son point d'appui sur les parties latérales des vertèbres lombaires (corps

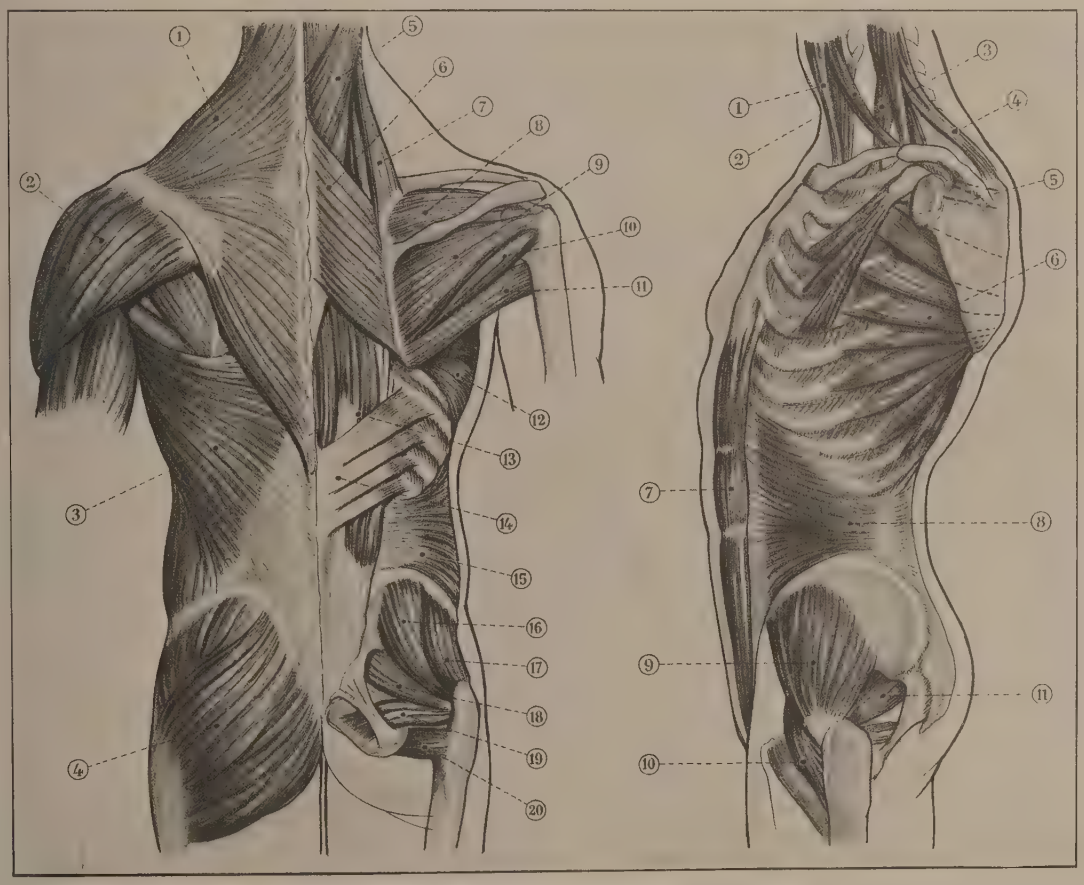


Fig. 41. — MUSCLES DE LA FACE POSTÉRIEURE DU TRONC ET DE LA FESSE. *A gauche* : Face postérieure du tronc et de la fesse. — 1. *Trapèze*. — 2. *Deltoïde*. — 3. *Grand dorsal*. — 4. *Grand fessier*. — 5. *Splénius*. — 6. *Rhomboïde*. — 7. *Angulaire*. — 8. *Sus-épineux*. — 9. *Sous-épineux*. — 10. *Petit rond*. — 11. *Grand rond*. — 12. *Grand dentelé*. — 13. *Long dorsal*. — 14. *Petit dentelé postérieur et inférieur*. — 15. *Transverse*. — 16. *Moyen fessier*. — 17. *Petit fessier*. — 18. *Pyramidal*. — 19. *Obturateur externe*. — 20. *Carré crural*. *A droite* : Muscles de la face latérale du tronc et de la hanche. — 1. *Sterno-hyoïdien*. — 2. *Omo-hyoïdien*. — 3. *Scalène antérieur*. — 4. *Angulaire*. — 5. *Petit pectoral*. — 6. *Grand dentelé*. — 7. *Grand droit de l'abdomen*. — 8. *Transverse*. — 9. *Moyen fessier*. — 10. *Psoas iliaque*. — 11. *Pyramidal*. (Moreaux, del.)

de l'apophyse transverse), tandis que l'autre s'attache sur la fosse iliaque interne. Les deux parties du muscle, réunies, glissent au-dessus de l'arcade crurale pour se fixer sur le fémur au niveau du petit trochanter. L'action de ce muscle s'exerce sur la cuisse qu'il fléchit sur le bassin et porte en rotation en dehors. Dans la station droite, il prend son insertion fixe sur le fémur et devient fléchisseur du tronc.

C'est l'homologue du psoas qui constitue, chez le bœuf, le « filet ».

DIAPHRAGME. (fig 46).—Le muscle diaphragme forme une cloison transversale qui sépare la cavité thoracique de la cavité abdominale. Il a la forme d'une coupole un peu plus élevée à droite qu'à gauche, dont la convexité regarde les organes thoraciques et la concavité, les organes abdominaux. Il nous présente à son centre une partie aponévrotique en forme de feuille de trèfle, resplendissante comme la nacre, au point que Van Helmont l'avait comparée à un miroir. C'est sur ce centre aponévrotique, divisé en trois folioles, que viennent converger les faisceaux musculaires dont les uns proviennent de la partie inférieure du sternum, c'est-à-dire de l'appendice xiphoïde, les autres de la face interne des six dernières côtes où ils s'entrecroisent avec les insertions du transverse de l'abdomen et dont les derniers, les faisceaux lombaires, prennent point d'attache, d'une part sur la face antérieure des vertèbres lombaires en formant ce que l'on appelle les *piliers du diaphragme*, et d'autre part sur les arcades fibreuses qui s'étendent en haut et en avant des muscles carrés des lombes (*ligaments cintrés du diaphragme et arcade du psoas*).

Le diaphragme est traversé par des organes importants : en arrière, entre les deux piliers du diaphragme, ici fibreux, donc inextensibles et passifs, passe l'*aorte*; en avant d'elle chemine l'*œsophage* dans un anneau circulaire, donc élastique et contractile ; des organes moins volumineux : les *nerfs grand sympathique, splanchnique*, les origines des *veines azygos* se glissent entre les fibres des piliers ; enfin, au niveau du centre phrénique, on constate un large orifice dans lequel s'engage la *veine cave inférieure*. Une coupe transversale du diaphragme intéressant les deux cavités thoracique et abdominale montre du côté du thorax que le cœur repose sur ce muscle ; que les poumons et les plèvres s'insinuent entre lui et la paroi costale. Du côté de l'abdomen, le foie, à droite, soulève la coupole diaphragmatique, tandis qu'à gauche la grosse tubérosité de l'estomac tend aussi à la refouler. On peut aisément comprendre que, du fait de cette disposition, la mince barrière diaphragmatique puisse être dans certains cas insuffisante pour limiter des processus pathologiques et que des affections abdominales puissent se propager au thorax et inversement. On se rend encore compte comment une dilatation gastrique peut retentir sur le cœur (palpitations d'origine digestive, aérophagie, etc.).

Le muscle diaphragme est un muscle essentiellement inspirateur. La portion fixe est le centre phrénique qui adhère au péricarde ainsi que les piliers ; les insertions mobiles sont celles qui s'attachent aux côtes et au sternum. La contraction du muscle a pour effet de redresser sa courbe, d'élargir la base du thorax et d'élever les côtes qui, d'après leur mode d'articulation avec la colonne vertébrale, ne peuvent s'élever sans se porter en même temps en dehors et en avant : la poitrine est donc agrandie de ce fait dans ses trois diamètres. Toutes les maladies inflammatoires (pleurésie ou péritonite sous-hépatique) qui retentissent sur le diaphragme en diminuent forcément la puissance. Lorsque celui-ci est paralysé, la respiration costo-supérieure existe seule ; celle-ci, au contraire, est abolie lorsque les intercostaux sont atrophiés. Dans le cas de difficulté respiratoire prononcée (dyspnée), les muscles inspirateurs auxiliaires que nous avons signalés, c'est-à-dire les sterno-cléido-mastoïdiens, les scalènes, le petit pectoral, la portion claviculaire du trapèze, les grands dentelés, viennent aider les intercostaux dans l'inspiration costo-supérieure.

MUSCLES DU MEMBRE SUPÉRIEUR. (fig. 48), Au point de vue descriptif, ceux-ci comprennent : 1° les muscles de l'épaule ; 2° les muscles du bras ; 3° les muscles de l'avant-bras ; 4° les muscles de la main.

MUSCLES DE L'ÉPAULE. — Ces muscles rattachent le premier segment du membre, c'est-à-dire l'humérus, à la ceinture thoracique, omoplate et clavicule. Ils sont au nombre de six : le deltoïde, le sus-épineux, le sous-épineux, le grand rond, le petit rond et le sous-scapulaire. Les cinq derniers se détachent de l'omoplate seule pour gagner le bras.

Le *deltoïde*, dont la forme rappelle le delta grec Δ, est le muscle puissant, de forme triangulaire, qui dessine le moignon de l'épaule. Partant de la partie externe du bord antérieur de la clavicule, de l'acromion et de la lèvre inférieure de l'épine de l'omoplate, ses fibres charnues, divisées en groupes de faisceaux distincts, viennent se porter à la partie moyenne de la face externe de l'humérus où leur insertion détermine la formation d'une surface rugueuse, l'*empreinte deltoïdienne*. Le muscle deltoïde est le muscle abducteur ou élévateur du bras ; il le porte en dehors (abduction), en avant ou en arrière. Mais ce mouvement par l'action isolée du deltoïde ne dépasse pas l'horizontale. C'est le premier temps de l'élévation du bras, temps dans lequel le grand dentelé fixe le bord spinal de l'omoplate contre le thorax. Pour que l'élévation de l'humérus gagne la verticale, il est nécessaire que l'omoplate exécute le mouvement de sonnette dont nous avons déjà parlé, c'est-à-dire que son angle externe s'élève sous l'action du grand dentelé et de la portion supérieure du tiers moyen du trapèze.

Le *sus-épineux*, qui s'étend de la fosse sus-épineuse de l'omoplate à l'extrémité supérieure de l'humérus (trochiter), est l'auxiliaire du deltoïde.

Le *sous-épineux* comble par sa base la fosse sous-épineuse de l'omoplate ; son sommet s'insère au-

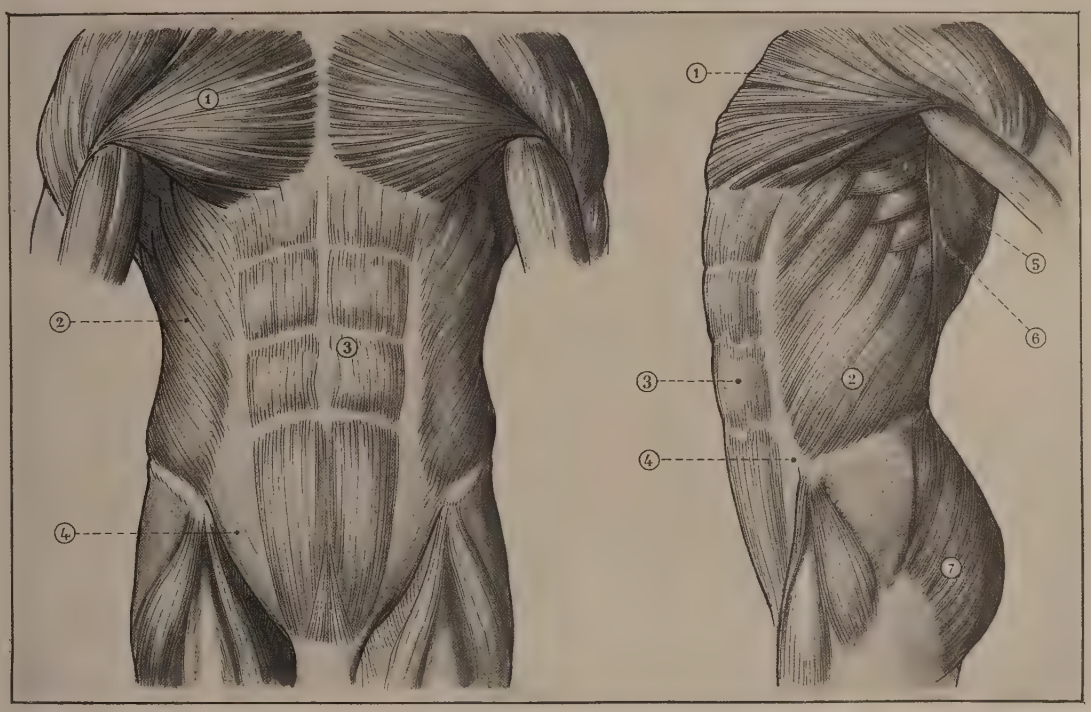


Fig. 42. — MUSCLES DE LA PAROI ANTÉRO-LATÉRALE DU THORAX ET DE L'ABDOMEN ▰ Couche superficielle. — *A gauche :* Vue antérieure. — 1. *Grand pectoral.* — 2. *Grand oblique.* — 3. *Grand droit.* — 4. *Aponévrose du grand oblique.* ▰ *A droite :* Vue latérale (côté gauche). — 1. *Grand pectoral.* — 2. *Grand oblique.* — 3. *Grand droit.* — 4. *Aponévrose du grand oblique.* — 5. *Grand dentelé.* — 6. *Grand dorsal.* — 7. *Grand fessier.* (Moreaux, del.)

dessous du muscle précédent, sur le trochiter ; le *petit rond* longe le bord externe du sous-épineux et s'attache sur l'humérus à la facette inférieure du trochiter. Ces deux muscles constituent pour l'humérus un appareil de rotation en dehors. Leur antagoniste est le *sous-scapulaire*, dont la masse comble la face antérieure de l'omoplate et dont le tendon terminal se fixe sur le trochin ; il est rotateur de l'humérus en dedans.

Le *grand rond* enfin, dont le bord inférieur constitue avec celui du grand dorsal le bord postérieur du creux de l'aisselle, se détache du bord externe et de l'angle inférieur de l'omoplate pour se fixer sur la lèvre interne de la coulisse bicipitale de l'humérus. Il abaisse le bras et le porte un peu en arrière.

Muscles du bras. — Ceux-ci comprennent quatre muscles, groupés, les trois premiers en avant, le dernier en arrière de l'humérus.

Région antérieure. — Les muscles de la région antérieure du bras sont le biceps, le coraco-brachial et le brachial antérieur.

Le *biceps* occupe presque tout entier la face antérieure du bras. Il s'étend de l'omoplate où il s'insère par deux tendons, l'un, celui de la *longue portion*, au rebord supérieur de la cavité glénoïde, l'autre, celui de la *courte portion*, au sommet de l'apophyse coracoïde jusqu'à la tubérosité bicipitale du radius. Dans les deux tiers inférieurs du bras, il forme un relief que la flexion de l'avant-bras met en évidence. Ses deux bords, interne et externe, se dessinent sous la peau sous forme de deux gouttières, les *gouttières bicipitales* ; le long de la gouttière interne circule l'artère humérale et se glisse le nerf médian.

Le biceps brachial est le muscle fléchisseur le plus puissant de l'avant-bras. Il est aussi supinateur, c'est-à-dire qu'il porte la paume de la main en avant.

Le *coraco-brachial* se détache de l'apophyse coracoïde avec la courte portion du biceps pour gagner le tiers moyen de la face interne de l'humérus. Il porte le bras en avant et en dedans, aidant ainsi à son élévation.

Le *brachial antérieur* s'attache sur les faces interne et externe de la moitié inférieure de l'humérus pour se porter à l'apophyse coronoïde du cubitus. Il recouvre le devant de l'articulation du coude. Son action s'ajoute à celle du biceps dans la flexion. Dans l'action de grimper, il agit sur l'humérus qu'il fléchit sur l'avant-bras.

Région postérieure. — La région postérieure du bras est occupée par un seul muscle, le *triceps*, qui, comme son nom l'indique, comprend trois portions. La partie moyenne, qui est la plus longue, part du bord inférieur de la cavité glénoïde ; la partie externe (ou vaste externe) s'attache à la partie supéro-externe de l'humérus, tandis que la troisième portion (ou vaste interne) s'attache à la partie inférieure de la face postérieure de l'humérus. Tout le long de son parcours, le

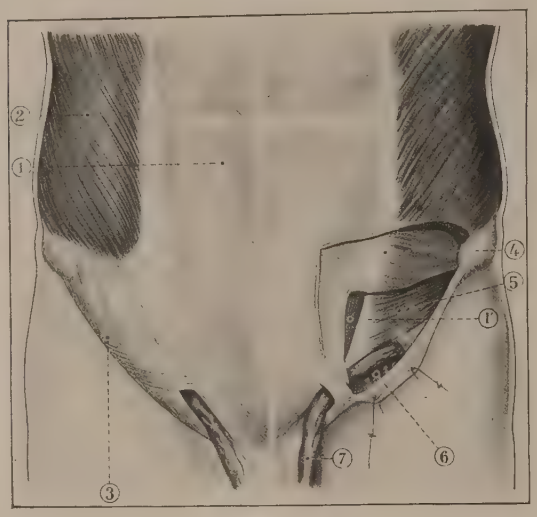


Fig. 43. — LA PARTIE INFÉRIEURE DE LA PAROI ABDOMINALE ET LE CANAL INGUINAL *1. Gaine du muscle grand droit de l'abdomen. — 1'. Le muscle grand droit. — 2. Muscle grand oblique. — 3. Arcade de Fallope. — 4. Muscle petit oblique. — 5. Muscle transverse. — 6. Canal inguinal. — 7. Cordon spermatique.* (Moreaux, del.)

triceps est sous-cutané. Lorsqu'il est contracté, le large tendon commun aux trois portions forme une surface pleine qui surmonte le coude où il s'insère au niveau de l'olécrâne. Le triceps est le muscle extenseur de l'avant-bras sur le bras ; il est donc l'antagoniste du biceps et du brachial antérieur. Il a aussi pour but, par sa longue portion, de maintenir l'humérus fortement appliqué contre la cavité glénoïde, en particulier dans l'élévation du membre. Le coraco-brachial remplit aussi cette fonction.

Muscles de l'avant-bras. — Comme au bras, les muscles se disposent, à l'avant-bras, en deux régions, une *région antéro-externe* et une *région postérieure*.

Région antéro-externe. — La région antéro-externe comprend trois couches musculaires : l'une superficielle, la seconde moyenne et la troisième profonde.

La couche superficielle se compose, tout à fait en avant, du rond pronateur, du grand palmaire, du petit palmaire et du cubital antérieur, tandis qu'en dehors on trouve le long supinateur et les deux muscles radiaux. Le *rond pronateur*, qui s'étend de l'épitrochlée au milieu de la face externe du radius, contribue à dessiner le relief que l'on aperçoit en dedans du pli du coude. Il est pronateur, c'est-à-dire porte le dos de la main en avant ; accessoirement, il fléchit le bras sur l'avant-bras. Le *grand palmaire*, le *petit palmaire* et le *cubital antérieur* sont des muscles fléchisseurs de la main sur l'avant-bras ; ils s'insèrent principalement en haut à l'épitrochlée et en bas sur la main : le petit palmaire sur l'aponévrose de la main ; le grand palmaire à la base du deuxième métacarpien ; le cubital antérieur sur le pisiforme et le cinquième métacarpien. Le grand palmaire fléchit la main en entraînant son bord externe en avant, tandis que le cubital antérieur entraîne en avant le bord interne.

Les muscles externes de la couche superficielle ont des rôles différents. Le *long supinateur*, qui porte bien mal son nom car il est avant tout fléchisseur de l'avant-bras sur le bras et demi-pronateur, se fixe au bord externe de l'humérus d'une part et à la base de l'apophyse styloïde du radius, d'autre part. Les deux muscles *radiaux* partent, le premier de la partie inférieure du bord externe de l'humérus et le second de l'épicondyle pour se fixer, le premier à la base du deuxième métacarpien et le second à l'apophyse styloïde du troisième métacarpien. Tous deux sont extenseurs de la main sur l'avant-bras : le premier radial portant le bord externe de la main en dehors.

Au-dessous de cette couche superficielle, la région antérieure des muscles de l'avant-bras présente la couche moyenne, constituée par les muscles longs fléchisseurs des doigts : l'un, *le fléchisseur commun superficiel des doigts*, l'autre, *le fléchisseur commun profond des doigts*. Enfin, un troisième muscle, *le long fléchisseur propre du pouce*, forme la partie externe de la couche moyenne.

Ces muscles sont caractérisés par des tendons très longs qui débutent à l'avant-bras pour se porter à la face palmaire des phalanges des doigts.

Le *fléchisseur commun superficiel* s'attache sur l'épitrochlée, sur l'apophyse coronoïde du cubitus et la partie moyenne du bord antérieur du radius. Le *fléchisseur commun profond*, situé au-dessous, s'attache sur le cubitus (face antérieure et face interne), sur le ligament interosseux de l'avant-bras, et, par quelques faisceaux, sur la face antérieure du radius. Chacun des deux muscles fléchisseurs se divise en quatre tendons, soit au total huit cordons qui glissent au niveau du poignet dans le canal carpien pour gagner les doigts. Arrivé au niveau de ceux-ci, chaque tendon du muscle commun superficiel se divise en deux languettes, entre lesquelles passe le tendon du fléchisseur profond, d'où les noms significatifs de *tendon perforé* et de *tendon perforant* qu'on leur donne.

Le tendon perforé se fixe par ses deux languettes aux côtés de l'extrémité supérieure de la deuxième phalange. Le tendon perforant se fixe à l'extrémité supérieure de la troisième phalange ou phalangette. Chacun des quatre derniers doigts possède donc deux tendons fléchisseurs. Ceux-ci sont contenus au niveau des doigts dans une gaine ostéo-fibreuse qui forme un tunnel dans lequel ils glissent facilement.

Le *long fléchisseur propre du pouce* s'échappe de la face antérieure du radius pour aboutir à l'extrémité postérieure de la deuxième phalange du pouce.

La couche profonde des muscles antérieurs de l'avant-bras comprend deux muscles : l'un supérieur, le *court supinateur* ; l'autre inférieur, le *carré pronateur*. Le *court supinateur*, attaché d'une part à l'épicondyle, d'autre part au tiers supérieur du radius, s'enroule sur

cet os et détermine, par sa contraction, conjointement avec le biceps, le mouvement de supination. Le *carré pronateur*, de forme quadrilatère, forme une sangle étendue transversalement entre les deux os de l'avant-bras dans leur quart inférieur. Il est pronateur.

Région postérieure. — La région postérieure de l'avant-bras est constituée par huit muscles qui sont répartis en deux couches : superficielle et profonde.

Dans la région superficielle, nous rencontrons en haut un petit muscle, l'*anconé*, dont l'action s'ajoute à celle du triceps pour étendre l'avant-bras.

Le long du bord interne de la face postérieure s'allonge le *cubital postérieur*, tendu de l'épicondyle et de la crête du cubitus à la tête du cinquième métacarpien. Il est extenseur et abducteur de la main sur l'avant-bras, antagoniste du premier radial.

L'*extenseur commun des doigts* est le muscle le plus externe de la couche superficielle. Fortement attaché à l'épicondyle et à la face profonde de l'aponévrose de l'avant-bras, il se divise en quatre tendons qui gagnent les quatre derniers doigts pour se fixer par trois languettes sur chacun d'eux : une languette médiane gagne l'extrémité supérieure de la deuxième phalange ; deux languettes latérales gagnent la face dorsale de la troisième. Ils reçoivent en cours de route, au niveau de la portion initiale de chaque doigt, les tendons des lombricaux et des interosseux, petits muscles de la main dont le rôle est important (fig. 47).

Le petit doigt a un *extenseur propre*, muscle grêle, dont le tendon inférieur se réunit à celui de l'extenseur commun.

La couche profonde de la région postérieure de l'avant-bras comprend quatre muscles, dont trois destinés au pouce et un à l'index. Le *long abducteur du pouce* est le plus externe et le plus élevé des muscles profonds. Inséré à la face postérieure du cubitus, du ligament interosseux et du radius, il se fixe en bas sur le côté externe de l'extrémité postérieure du premier métacarpien. Le *court extenseur du pouce*, situé au-dessous et en dedans du précédent, se fixe en bas à l'extrémité postérieure de la première phalange du pouce. Le *long extenseur du pouce*, encore plus interne que l'autre, long et grêle, s'attache sur la face postérieure du cubitus et du ligament interosseux et gagne par son tendon terminal l'extrémité postérieure de la deuxième phalange du pouce.

Au niveau du poignet, le tendon du long abducteur et du court extenseur d'une part, celui du long extenseur d'autre part, détermine un petit espace, connu sous le nom de *tabatière anatomique*, petite cupule triangulaire dans laquelle jadis les priseurs mettaient la poussière de tabac et au fond de laquelle on sent battre l'artère radiale.

L'*extenseur propre de l'index*, le plus interne des muscles profonds, descend de la face postérieure du cubitus et du ligament interosseux de l'avant-bras pour s'attacher au tendon externe de l'extenseur commun.

Gaines synoviales. — En général, les tendons des muscles de l'avant-bras et en particulier les tendons destinés aux doigts sont longs, arrondis, entourés de gaines synoviales favorisant leur glissement. Au niveau du poignet, un *ligament annulaire* en forme de bracelet les maintient en place contre le squelette. De ce ligament partent des prolongements qui s'insèrent aussi sur le squelette et qui déterminent des couloirs isolant les tendons les uns des autres et favorisant leurs fonctions par leurs gaines de glissement. On connaît l'inflammation de ces gaines, inflammation qui détermine au niveau du poignet des synovites de natures variées et dont certaines sont simplement d'origine mécanique, comme la synovite des pianistes.

Au niveau des tendons des fléchisseurs des doigts, les gaines synoviales prennent une importance partcuilière ; elles forment en effet deux gaines, l'une radiale, l'autre cubitale, qui, comme on peut le voir sur la figure, 47, s'étendent de l'avant-bras jusqu'à l'extrémité du pouce pour la première et jusqu'à l'extrémité du petit doigt pour la seconde. Leur inflammation détermine le panaris profond ou phlegmon des gaines, toujours sérieux sinon pour la vie, tout au moins pour la fonction de la main.

Les synoviales des extenseurs de la main et des doigts siègent au niveau du poignet ; elles communiquent parfois avec la synoviale des articulations du poignet et peuvent être l'origine des kystes dorsaux de cette région.

Muscles de la main (fig. 47). — Les muscles de la main proprement dits occupent trois régions : 1° une région externe, dite *éminence thénar* ou éminence du pouce, que circonscrit en dedans et en bas un long sillon curviligne qui s'accuse dans les mouvements d'opposition, le *pli du pouce* ; 2° une région interne, dite *éminence hypothénar*, de forme arrondie, occupée par les muscles du petit doigt ; 3° enfin une région moyenne ou creux de

Fig. 44. — MUSCLES DE L'ABDOMEN ø Coupe horizontale des parois de l'abdomen. — 1. *Muscles vertébraux.* — 2. *Carré des lombes.* — 3. *Grand oblique.* — 4. *Petit oblique.* — 5. *Transverse.* — 6. *Grand droit de l'abdomen.* — 7. *Ligne blanche.* — 8. *Psoas iliaque.* — 9. *Vertèbre lombaire.* — 10. *Cavité abdominale.* (Moreaux, del.)

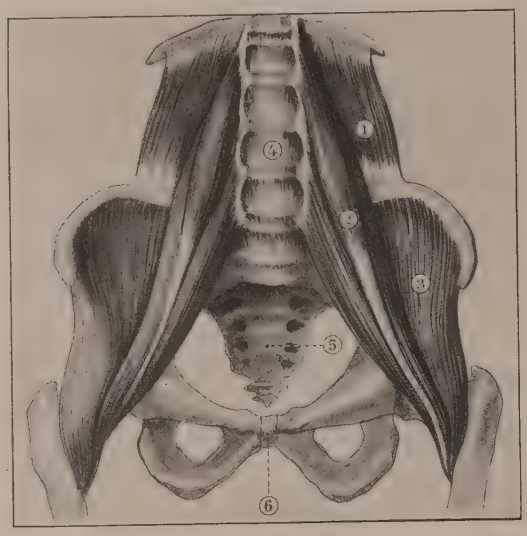


Fig. 45. — MUSCLES DE LA RÉGION LOMBO-ILIAQUE. Ces muscles occupent la partie la plus profonde de la cavité abdominale. — 1. *Muscle carré des lombes.* — 2. *Grand psoas.* — 3. *Muscle iliaque.* — 4. *Colonne vertébrale.* — 5. *Sacrum.* — 6. *Symphyse du pubis.* (Moreaux, del.)

la main, région déprimée où circulent deux plis transversaux : en haut, c'est-à-dire près de la base des doigts, le *pli des doigts*, et au-dessous de lui un autre pli accessoire ou *sillon oblique*. L'ensemble des trois plis décrit un M majuscule, dont les deux jambages extrêmes sont formés par le pli du pouce et le pli des doigts. Le sillon oblique recoupe un sillon longitudinal, l'*accessoire du pli du pouce*.

Les MUSCLES DE L'ÉMINENCE THÉNAR sont au nombre de quatre, tous les quatre destinés au pouce.

Le plus superficiel et le plus externe est le *court abducteur du pouce*, qui s'étend de la première rangée du carpe à l'extrémité supérieure de la première phalange du pouce.

L'*opposant du pouce* est un petit muscle aplati, qui s'étend du ligament annulaire et du trapèze à la partie externe de la face antérieure du premier métacarpien.

Le *court fléchisseur*, qui s'attache aussi sur le ligament annulaire du carpe et sur le trapèze, gagne l'extrémité supérieure de la première phalange où il s'insère par deux faisceaux : l'un, externe ou superficiel, sur le côté externe de la phalange ; l'autre, interne ou profond, sur le côté interne.

L'*adducteur du pouce*, le plus profond et le plus interne des muscles du pouce, forme un large triangle dont la base repose sur le troisième métacarpien et sur les os du carpe, tandis que son sommet s'attache à la partie interne de l'extrémité supérieure de la première phalange du pouce, sur un petit os sésamoïde qui se trouve à ce niveau.

Les MUSCLES DE L'ÉMINENCE HYPOTHÉNAR, assez grêles, comprennent un muscle cutané, le *palmaire cutané*, et trois muscles à insertion osseuse : l'*adducteur du petit doigt*, étendu du pisiforme à l'extrémité supérieure de la première phalange ; le *court fléchisseur* du petit doigt, fixé à l'os crochu d'une part et au côté interne de la première phalange par un tendon qui lui est commun avec celui de l'adducteur ; et enfin, l'*opposant*, qui s'insère sur le ligament annulaire et l'os crochu pour s'aplatir et s'attacher au côté interne du cinquième métacarpien.

Les MUSCLES DE LA RÉGION PALMAIRE MOYENNE portent le nom d'interosseux et de lombricaux. Les *interosseux*, qui comblent les espaces compris entre les métacarpiens, sont au nombre de deux par espace et on les divise, d'après leur situation, en interosseux palmaires et en interosseux dorsaux.

Les *interosseux palmaires* s'insèrent dans leur espace respectif, sur la face du métacarpien qui regarde l'axe de la main. Ils n'occupent qu'une moitié de l'espace. Les *interosseux dorsaux*, beaucoup plus étendus que les palmaires, occupent les deux moitiés de l'espace. Les interosseux palmaires se jettent sur un petit tendon, lequel se termine sur le tendon de l'extenseur du doigt, après avoir contourné la première phalange. Les interosseux dorsaux se dirigent aussi vers chaque doigt en formant une lame tendineuse qui se fixe par une de ses portions à l'extrémité supérieure de la première phalange et par une portion plus longue sur le tendon de l'extenseur correspondant. Sur cette longue portion viennent également se fusionner le tendon des lombricaux qui constitue comme un tendon de renforcement.

Suivant leur position par rapport à l'axe de la main, ces petits muscles sont les uns (les palmaires) des muscles qui rapprochent les doigts de l'axe médian, c'est-à-dire adducteurs, les autres (les interosseux dorsaux) des muscles qui éloignent les doigts de cet axe, c'est-à-dire abducteurs. Nous verrons plus loin leur action sur les phalanges.

Les *lombricaux*, au nombre de quatre, sont de petits muscles en fuseaux accolés et attachés d'une part au côté externe des tendons du fléchisseur, et qui d'autre part se portent, comme nous l'avons vu, sur le tendon de l'interosseux voisin.

FONCTIONS DE LA MAIN. — La main de l'homme est un organe de préhension perfectionné tel que n'en présente aucune autre espèce animale. Les artistes se sont souvent attachés à montrer la richesse des aspects que pouvait prendre la main : « Il y a dans celle-ci, dit Léonard de Vinci, des aspects à l'infini qu'aucune imagination ne peut relever. »

La préhension d'un objet, quel qu'il soit, exige que le poignet soit au préalable fixé dans une attitude déterminée. Cette fixité est assurée par la contraction synergique des extenseurs et fléchisseurs du poignet. La fonction de préhension, si variée soit-elle, peut cependant être analysée dans ses éléments. On peut étudier successivement au point de vue mécanique les mouvements des doigts, pouce excepté, et les mouvements du pouce.

1° Les doigts peuvent *s'écarter ou se rapprocher* les uns des autres sous l'influence des interosseux et des lombricaux.

2° L'*extension* des doigts est déterminée par l'action de l'extenseur commun et des extenseurs propres qui étendent essentiellement les premières phalanges, tandis que les interosseux et les lombricaux sont les extenseurs des deux dernières. L'extension complète nécessite donc l'intervention des interosseux et des lombricaux ajoutée à celle des extenseurs.

3° La *flexion* des doigts est déterminée par la contraction des fléchisseurs communs, superficiel et profond, qui fléchissent la troisième et la deuxième phalange, et par les interosseux et les lombricaux qui, extenseurs comme nous l'avons dit des deux dernières phalanges, fléchissent la première.

Comme on peut le voir sur soi-même, la flexion des doigts peut être réalisée de trois manières différentes :

Si les fléchisseurs communs interviennent seuls, les dernières phalanges se fléchissent les premières, puis les secondes se fléchissent à leur tour et entraînent enfin le mouvement des phalanges basales suivant une expression très juste : « les doigts s'enroulent comme un store qu'on relève » (Froment).

Lorsque les interosseux et les lombricaux interviennent seuls, les doigts se rabattent à la façon d'un volet. Enfin, si l'action primitive des interosseux est suivie de celle des fléchisseurs communs, la flexion débute par la phalange basale et est suivie de la flexion des deux autres qui viennent s'enrouler sur la première.

Tous ces mouvements réalisent une flexion des doigts formant un crochet, le crochet de suspension (action de fermer le poing, action de porter tous les objets possédant une manette ou une anse, valise, seau, etc.).

Quant au pouce, il a acquis chez l'homme une indépendance qu'il ne possède chez aucun autre animal. Sa longueur par rapport aux autres doigts est considérable, ce qui perfectionne l'instrument de préhension. Dans tous les mouvements, il intervient comme une des branches de la pince, ou comme l'un des mors de l'étau dont un ou plusieurs doigts forment l'autre partie.

Le pouce peut s'écarter de deux façons différentes. Dans le mouvement d'abduction, il s'éloigne du bord externe de l'index en restant dans le même plan que les autres doigts (action du long abducteur, du court et long extenseur; dans l'adduction, il se rapproche du bord externe de l'index sous l'influence de l'adducteur. Cette action de l'adduction du pouce applique celui-ci contre l'index ou le médius, c'est un type de préhension énergique (prise du couteau, maintien d'une clef dans une serrure, traction énergique sur un objet mince, tel prendre un journal et de tirer sur ce journal par l'autre main).

La deuxième manière d'écarter le pouce est l'opposition. Dans ce mouvement, le pouce s'écarte des doigts en leur faisant face ; la pulpe du pouce regarde la pulpe des autres doigts (action du court adducteur et de l'opposant qui le place face à l'index) ; action du court fléchisseur qui le place face à l'auriculaire. Grâce à ce mouvement d'opposition caractéristique de la main de l'homme, on peut réaliser trois types fondamentaux de préhension : 1° la *pince délicate à branches courbes* constituée par le pouce et l'index, sous l'action du fléchisseur propre, du court fléchisseur et du fléchisseur commun des doigts. Cette pince est utilisée lorsque nous avons à saisir un objet mince et de petite dimension (prendre une épingle, geste du bronze classique représentant le tireur d'épine) ; 2° la *pince longue à branches droites*, qui met en action le court abducteur, l'opposant du pouce, les interosseux, les lombricaux, les deuxième et troisième doigts. C'est la prise qu'on utilise pour tenir un crayon, un porteplume et en général des pièces de volume mince. Certains ouvriers manient leurs instruments en utilisant ce mode de préhension : aiguilles de couturière de gros volume, aiguilles de relieur, etc.; 3° l'*étau*. Dans ce cas, l'objet de volume important est saisi à pleines mains. Ce mode de préhension est utilisé dans la prise de tout objet cylindrique : bouteille, boule, jeu de ballon, etc.

On peut ramener à ces trois types tous les modes de préhension qui sont, comme nous l'avons dit, infiniment variés. On conçoit maintenant l'importance de la richesse musculaire de la main pour obtenir la délicatesse de fonctions d'un organe si perfectionné.

LES MUSCLES DU MEMBRE INFÉRIEUR.

Topographiquement, les muscles du membre inférieur (fig. 49 et 50), comme ceux du membre supérieur.

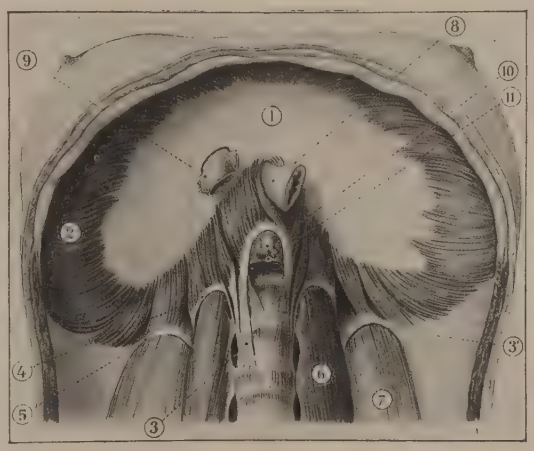


Fig. 46. — DIAPHRAGME. Ce muscle, qui sépare le thorax de l'abdomen, est vu par sa face inférieure, c'est-à-dire abdominale. — 1. *Centre phrénique.* — 2. *Faisceaux costaux.* — 3. *Pilier principal droit.* — 3′ *Pilier principal gauche.* — 4. *Arcade fibreuse du psoas.* — 5. *Arcade du carré des lombes.* — 6. *Psoas.* — 7. *Carré des lombes.* — 8. *Œsophage* (coupe). — 9. *Veine cave inférieure* (coupée). — 10. *Artères diaphragmatiques inférieures* (coupées). — 11. *Aorte* (coupée). (Moreaux, del., imité de Bourgery et Jacob.)

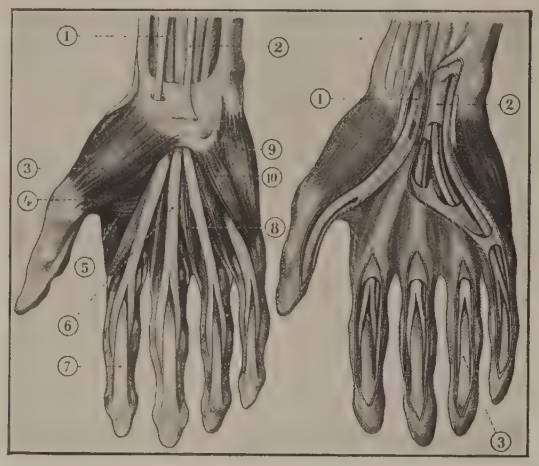


Fig. 47. — MUSCLES ET GAINES SYNOVIALES DE LA FACE PALMAIRE DE LA MAIN ▪ *A gauche :* Muscles de la main. — 1. *Tendon du muscle grand palmaire.* — 2. *Tendon du muscle palmaire grêle.* — 3. *Muscle court abducteur du pouce.* — 4. *Muscle court fléchisseur du pouce.* — 5. *Muscle adducteur du pouce.* — 6. *Un des tendons terminaux du muscle fléchisseur superficiel commun des doigts.* — 7. *Un des tendons du muscle fléchisseur profond des doigts.* — 8. *Un des muscles lombricaux.* — 9. *Muscle abducteur du petit doigt.* — 10. *Muscle court fléchisseur du petit doigt.* ▪ *A droite :* Gaines synoviales de la face palmaire de la main. — 1. *Gaine radiale.* — 2. *Gaine cubitale.* — 3. *Tendon du fléchisseur profond des doigts.* (Moreaux, del., imité de Rouvière.)

comprennent quatre grands groupes : 1° les muscles du bassin ; 2° les muscles de la cuisse ; 3° les muscles de la jambe ; 4° les muscles du pied.

Muscle du bassin. — Ces muscles rattachent le membre inférieur à la ceinture pelvienne. Ils sont au nombre de neuf : le grand fessier, le petit fessier, le moyen fessier, le pyramidal, l'obturateur interne, l'obturateur externe, les deux jumeaux et le carré crural. A l'exception du grand fessier, ces muscles s'insèrent tous sur la volumineuse saillie, le trochanter, que l'on trouve à l'extrémité supérieure du fémur, d'où le nom de muscles pelvi-trochantériens qu'on leur donne.

Ces muscles du bassin se divisent en deux plans : l'un profond qui comprend : le *pyramidal*, tendu de la face antérieure du sacrum au bord supérieur du grand trochanter ; l'*obturateur interne* et les *jumeaux*, amarrés d'une part à la face interne du trou obturateur et de la membrane qui l'obture, pour gagner d'autre part le bord supérieur du grand trochanter ; le *carré crural*, fixé à l'ischion et à une crête qui fait suite au bord postérieur du grand trochanter ; et enfin l'*obturateur interne* qui, parti du pourtour externe du trou obturateur, gagne le grand trochanter (cavité digitale). Ces muscles, courts, sont tous rotateurs de la cuisse en dehors.

Les muscles superficiels comprennent les trois muscles fessiers.

Le *grand fessier* est le plus volumineux et le plus superficiel de tous ; il est épais et concourt puissamment à former la saillie de la fesse. Quadrilatère, il s'attache en haut à la partie la plus postérieure de la fosse iliaque externe, en dedans à la partie externe du sacrum et aux bords du coccyx, aux ligaments du bassin, puis gagne, en bas, la bifurcation externe de la ligne âpre du fémur et l'aponévrose fémorale. Ce muscle, particulièrement développé chez l'homme, conséquence de la station bipède — « les fesses n'appartiennent qu'à l'homme », a dit Buffon, — étend puissamment la cuisse sur le bassin et inversement lorsque le point fixe est sur la cuisse. Redressant le bassin sur le fémur, il joue un rôle important dans la statique du tronc, pendant la marche surtout en plan incliné ou lorsque la fonction des membres inférieurs exige des efforts puissants (saut, danse, etc.) ou lorsque, étant assis, on veut se lever.

Le *moyen fessier* inséré à la fosse iliaque externe, à la partie antérieure de la lèvre externe de la crête iliaque, à l'épine iliaque antéro-supérieure par une bandelette commune avec le tenseur du fascia lata, gagne le grand trochanter où il s'attache, par un large tendon, sur la face externe de cette tubérosité. Il a la forme générale d'un éventail qui, au point de vue fonctionnel, se compose de deux moitiés imprimant à la cuisse des mouvements contraires de rotation. La moitié antérieure porte la cuisse en avant et en dehors et la fait en même temps tourner en dedans; la moitié postérieure porte la cuisse en arrière et en dehors et est rotatrice en dehors. Comme le grand fessier, il redresse le bassin sur la cuisse et lui imprime en même temps un mouvement d'inclinaison latérale.

Le *petit fessier* forme un éventail de moindres dimensions que le muscle précédent et s'étend de la fosse iliaque externe au-dessous du moyen fessier, au bord antérieur et au bord supérieur du grand trochanter. Il porte la cuisse en dehors et, comme le moyen fessier, il sert à fixer le bassin sur la cuisse et l'incline latéralement. Ces actions des fessiers sont mises en évidence dans les différents temps de la marche.

Muscles de la cuisse. — Les muscles de la cuisse, au nombre de onze, sont disposés en deux grandes régions : l'une antérieure et externe, l'autre postérieure et interne. Cette classification anatomique est également conforme à la physiologie.

Région antéro-externe. — Les muscles de la région antéro-externe sont au nombre de trois : le tenseur du fascia lata, le couturier et le quadriceps crural.

Le *tenseur du fascia lata*, inséré sur l'épine iliaque antérieure et supérieure, sur la portion de la crête qui l'avoisine et l'échancrure située au-dessous, adhère aussi à l'aponévrose fessière. Il se dirige vers la jambe, fortement uni à l'aponévrose d'enveloppe de la cuisse qu'il renforce, et vient se fixer sur la face antérieure de la tubérosité du tibia.

Ce muscle joue des rôles multiples : il est fléchisseur de la cuisse sur le bassin et *vice versa*. Tandis que le psoas iliaque est rotateur de la cuisse en dehors, le tenseur du fascia lata est rotateur de la cuisse en dedans.

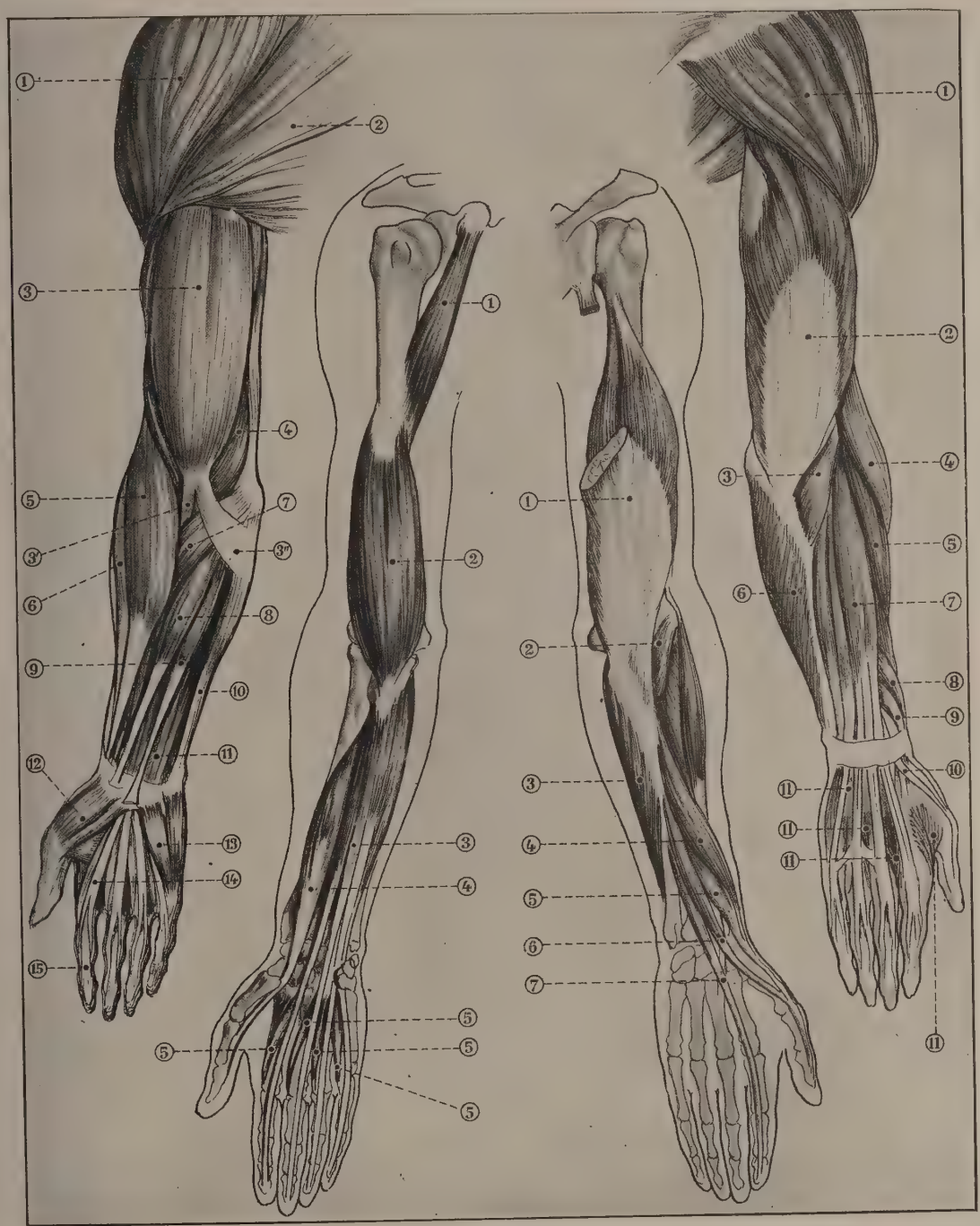


Fig. 48. — MUSCLES DU MEMBRE SUPÉRIEUR. *A gauche :* Vue antérieure. Couche superficielle. — 1. *Deltoïde.* — 2. *Grand pectoral.* — 3. *Biceps.* — 3'. *Son tendon.* — 3". *Son expansion aponévrotique.* — 4. *Brachial antérieur.* — 5. *Long supinateur.* — 6. *Premier radial externe.* — 7. *Rond pronateur.* — 8. *Grand palmaire.* — 9. *Petit palmaire.* — 10. *Cubital antérieur.* — 11. *Fléchisseur commun superficiel des doigts.* — 12. *Muscles de l'éminence thénar.* — 13. *Muscles de l'éminence hypothénar.* — 14. *Tendon perforé.* — 15. *Tendon perforant.* *Au milieu, à gauche :* Vue antérieure. Couche profonde. — 1. *Coraco-brachial.* — 2. *Brachial antérieur.* — 3. *Fléchisseur profond commun des doigts.* — 4. *Long fléchisseur propre du pouce.* — 5. 5. 5. 5. *Interosseux palmaires.* *Au milieu, à droite :* Vue postérieure. Couche profonde. — 1. *Triceps.* — 2. *Anconé.* — 3. *Cubital postérieur.* — 4. *Long abducteur du pouce.* — 5. *Long extenseur du pouce.* — 6. *Court extenseur du pouce.* — 7. *Extenseur propre de l'index.* *A droite :* Vue postérieure. Couche superficielle. — 1. *Deltoïde.* — 2. *Triceps.* — 3. *Anconé.* — 4. *Long supinateur.* — 5. *Radiaux.* — 6. *Cubital postérieur.* — 7. *Extenseur commun des doigts.* — 8. *Long abducteur du pouce.* — 9. *Long extenseur du pouce.* — 10. *Court extenseur du pouce.* — 11. 11. 11. 11. *Interosseux dorsaux.* (Moreaux, del.)

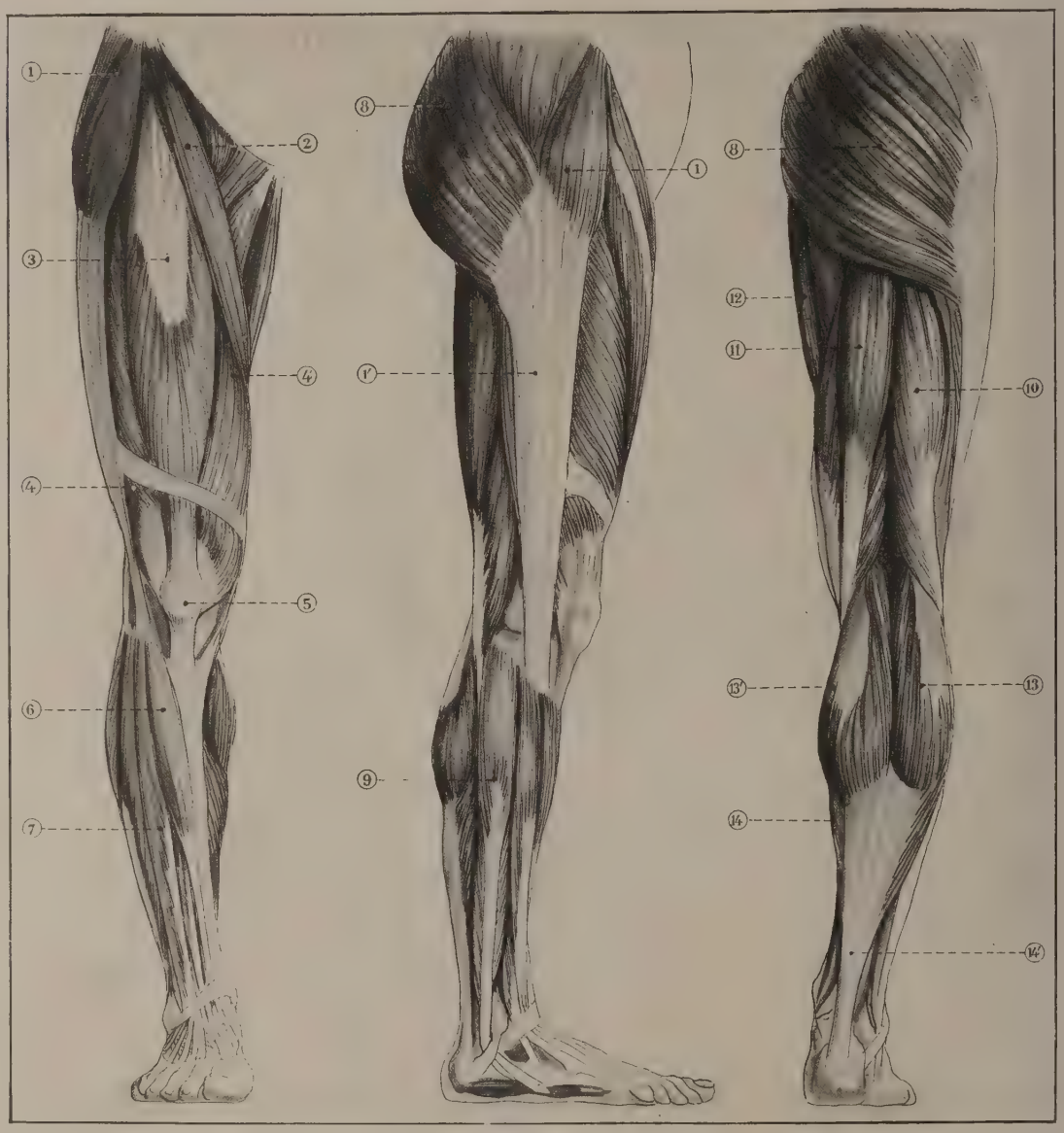


Fig. 49. — MUSCLES SUPERFICIELS DU MEMBRE INFÉRIEUR ▪ *A gauche :* Le membre inférieur vu par sa face antérieure. — 1. *Tenseur du fascia lata.* — 2. *Muscle couturier.* — 3. *Muscle droit antérieur.* — 4. *Muscle vaste externe.* — 4'. *Muscle vaste interne.* — 5. *Rotule.* — 6. *Muscle jambier antérieur.* — 7. *Muscle extenseur commun des orteils.* ▪ *Au centre :* Le membre inférieur vu par sa face latérale externe. — 1. *Tenseur du fascia lata.* — 1' *Son tendon.* — 8. *Grand fessier.* — 9. *Muscle long péronier latéral.* ▪ *A droite :* Le membre inférieur vu par sa face postérieure. — 8. *Grand fessier.* — 10. *Biceps.* — 11. *Muscle demi-tendineux.* — 12 *Muscle droit interne.* — 13. *Jumeau externe.* — 13'. *Jumeau interne.* — 14. *Muscle soléaire.* — 14'. *Tendon d'Achille.* (Moreaux, del.)

Or, la puissance de rotation en sens contraire de ces deux muscles est à peu près égale et, comme le dit Duchenne de Boulogne, cet équilibre leur permet de se contracter synergiquement pour faire osciller le membre directement d'arrière en avant, ainsi qu'on l'observe dans le second temps de la marche. Le tenseur du fascia lata concourt aussi à l'équilibration du corps quand celui-ci est appuyé sur un seul pied, soit dans la simple attitude debout, soit dans la marche à chaque pas : « Dès que le poids du corps porte sur un pied plus que sur l'autre, le muscle du fascia lata du côté surchargé se contracte. » Cette contraction, synergique avec celle des moyen et petit fessiesr, amène le centre de gravité au-dessus du point d'appui et le maintient.

Le *couturier* a la forme d'une longue lame musculaire étroite qui traverse en écharpe la face antérieure de la cuisse, depuis l'épine iliaque antérieure et supérieure jusqu'à la partie interne de l'extrémité supérieure du

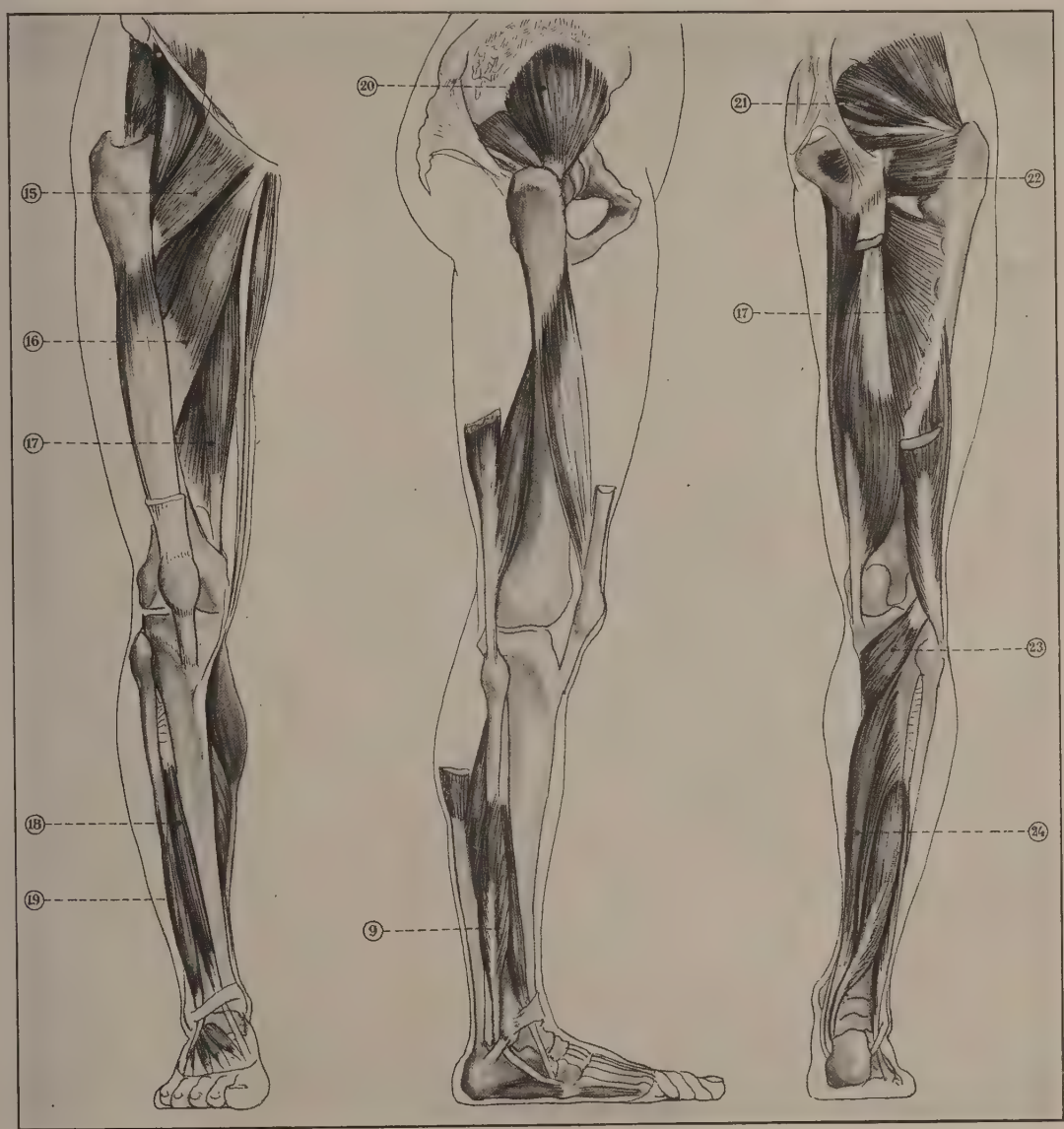


Fig. 50. — MUSCLES PROFONDS DU MEMBRE INFERIEUR ⌀ *A gauche :* Le membre inférieur est vu par sa face antérieure. — 15. *Muscle pectiné.* — 16. *Muscle premier ou moyen adducteur.* — 17. *Muscle grand adducteur.* — 18. *Extenseur propre du gros orteil.* — 19. *Péronier antérieur.* ⌀ *Au centre :* Le membre inférieur est vu par sa face latérale externe. — 9. *Muscle court péronier latéral.* — 20. *Petit fessier.* ⌀ *A droite :* Le membre inférieur est vu par sa face postérieure. — 17. *Muscle grand adducteur.* — 21. *Muscle petit fessier.* — 22. *Carré crural.* — 23. *Muscle poplité.* — 24. *Muscle long fléchisseur commun des orteils.* (Moreaux, del.)

tibia où il s'attache avec les tendons du droit interne et du demi-tendineux pour former la *patte d'oie.* Son trajet à la partie moyenne de la cuisse repère la direction de l'artère fémorale : il en est le muscle satellite. En latin, on lui donne le nom de *sartorius* (de *sartor*, tailleur). En effet, fléchissant la jambe sur la cuisse, puis la cuisse sur le bassin, portant la cuisse dans l'abduction et la rotation en dehors, tandis que le talon se porte en dedans, il imprime au membre inférieur l'attitude des tailleurs assis sur leur grande table lorsqu'ils se livrent à leurs travaux de couture.

Le *quadriceps crural,* muscle extrêmement volumineux, occupe la face antérieure de la cuisse ; il est lui-même constitué par quatre portions, dont une seule, le *droit antérieur,* remonte jusqu'au bassin où elle s'insère sur l'épine iliaque antéro-inférieure et sur le sourcil cotyloïdien par un tendon réfléchi. Les trois autres portions s'insèrent sur le fémur qu'elles englobent presque en

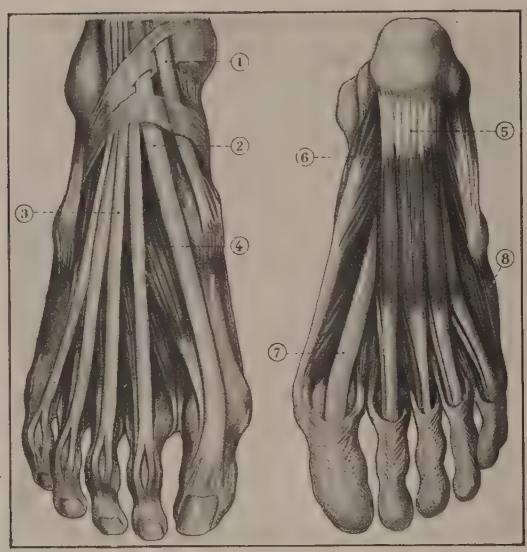


Fig. 51. — MUSCLES DU PIED ▪ *A gauche :* Face dorsale. — 1. *Tendon du muscle jambier antérieur.* — 2. *Tendon du muscle extenseur propre du gros orteil.* — 3. *Un des tendons du muscle extenseur commun des orteils.* — 4. *Muscle pédieux.* ▪ *A droite :* Face plantaire. — 5. *Muscle court fléchisseur des orteils.* — 6. *Muscle abducteur du gros orteil.* — 7. *Tendon du muscle long fléchisseur propre du gros orteil.* — 8. *Muscle abducteur du petit orteil.* (Moreaux, del.)

entier ; ce sont le *vaste externe*, le *vaste interne* et le *crural*. Ces quatre faisceaux réunis en un tendon commun s'insèrent par l'intermédiaire de celui-ci sur la base et les bords latéraux de la rotule en avant du genou, rotule qui est elle-même reliée par un ligament puissant à la tubérosité antérieure du tibia. En dehors du droit antérieur de la cuisse qui peut fléchir à certains moments la cuisse sur le bassin, les autres faisceaux et le droit antérieur lui-même constituent le muscle extenseur de la jambe sur la cuisse.

Région postérieure. — Au point de vue fonctionnel, les muscles de la région postéro-interne comprennent deux groupes : les fléchisseurs de la jambe sur la cuisse et les adducteurs de la cuisse.

Les adducteurs comprennent le pectiné et les adducteurs proprement dits. Le *pectiné*, aplati et quadrilatère, s'étend du pubis (branche horizontale) au fémur (crête du pectiné). Les *adducteurs* proprement dits de la cuisse, au nombre de trois, le premier ou moyen, le second ou petit, le troisième ou grand, partent du bassin pour se fixer à la partie postérieure du fémur sur la ligne âpre, sur l'interstice de cette ligne et jusqu'à un petit tubercule situé sur le condyle interne et qu'on appelle *le tubercule du troisième adducteur*. Tous ces muscles forment une large nappe musculaire qui a pour action d'attirer la cuisse en dedans, c'est-à-dire de la porter en adduction. Ils sont également, pour le pectiné et les premiers adducteurs, fléchisseurs de la cuisse et rotateurs en dehors. Seule, la portion inférieure du grand adducteur est rotatrice en dedans ; cette action est particulièrement utile pour le cavalier « qui doit éviter de toucher le ventre de son cheval avec ses éperons, surtout lorsqu'il veut le serrer entre ses cuisses » ; c'est le grand adducteur qui lui permet de donner au membre inférieur l'attitude correcte, attitude telle que la pointe du pied regarde en avant et le talon en arrière, tandis que les cuisses jusqu'au genou s'appliquent directement contre les flancs du cheval.

Le groupe des fléchisseurs de la jambe sur la cuisse comprennent le droit interne, le biceps crural, le demi-tendineux et le demi-membraneux.

Le *droit interne*, muscle rubanné et gracile, s'étend des côtés de la symphyse pubienne à la tubérosité interne du tibia, où son tendon terminal s'unit à ceux du couturier et du demi-tendineux pour former la patte d'oie.

Le *biceps crural*, inséré en haut par une longue portion sur la partie externe de l'ischion et par une courte portion sur la partie inférieure de l'interstice de la ligne âpre (d'où son nom de biceps), se termine par un tendon unique sur la tête du péroné.

Le *demi-tendineux* s'attache en haut sur l'ischion où il se confond avec la longue portion du biceps ; en bas, son tendon terminal contribue à former la patte d'oie.

Le *demi-membraneux*, ainsi appelé parce qu'il est constitué en haut par une large membrane, s'insère sur l'ischion au-dessous et en avant du demi-tendineux et du biceps. Son corps musculaire se termine en bas par trois faisceaux, dont l'un *descendant* se fixe en arrière de la tubérosité interne du tibia, dont le second

Fig. 52. — GLADIATEUR COMBATTANT ▪ Cette statue est une de celles où les groupes musculaires en action sont le plus exactement représentés. (*Musée du Louvre*, Cl. Hachette.)

antérieur ou horizontal se fixe à la partie antérieure du tibia, et dont le troisième ou *récurrent*, dirigé en haut et en arrière, renforce la partie postérieure de la capsule articulaire du genou.

A ces muscles ajoutons un muscle décrit généralement avec ceux de la jambe, le *poplité*, muscle court et plat, que l'on trouve au niveau du jarret et qui s'attache d'une part au condyle externe du fémur et d'autre part à la partie supérieure de la face postérieure du tibia. Ce muscle est aussi fléchisseur de la jambe sur la cuisse.

Le demi-tendineux, le biceps crural et le demi-membraneux ne sont pas seulement des muscles fléchisseurs de la jambe sur la cuisse, mais aussi des extenseurs de la cuisse sur le bassin ou *vice versa*. Ils jouent un rôle important dans la locomotion pour conserver au tronc sa statique normale (extension du bassin sur la cuisse) et pour fléchir la jambe sur la cuisse (second temps de la marche).

MUSCLES DE LA JAMBE. — Les muscles de la jambe, au nombre de treize, sont groupés en deux régions, l'une antéro-externe et l'autre postérieure.

RÉGION EXTERNE. — Les muscles de la région antéro-externe comprennent le jambier antérieur, l'extenseur commun des orteils, l'extenseur propre du gros orteil, le péronier antérieur.

Le *jambier antérieur*, muscle volumineux, s'étend de l'extrémité supérieure du tibia au premier cunéiforme et à l'extrémité postérieure du premier métatarsien. Ce muscle élève la partie interne de l'avant-pied ; il est fléchisseur du pied sur la jambe, le porte légèrement en dedans en lui faisant exécuter un mouvement de rotation : il est donc adducteur et rotateur en dehors.

L'*extenseur commun des orteils*, situé en dehors du jambier antérieur, se fixe sur le tibia, à la face interne du péroné et sur les aponévroses voisines, puis descend vers le pied. Il s'y divise en quatre tendons qui vont se fixer au niveau des deuxième et troisième phalanges des orteils par trois languettes, une médiane et deux latérales. Ce muscle, tout en étendant les orteils, produit la flexion du pied, mais avec moins de puissance que le jambier antérieur, et porte le pied dans l'abduction, tandis que la plante du pied regarde un peu en dehors.

L'*extenseur propre du gros orteil*, attaché à la face interne du péroné et au ligament interosseux de la jambe, gagne comme les muscles précédents le dos du pied et se fixe par son tendon terminal sur les deux phalanges du gros orteil ; il est extenseur du gros orteil, comme son nom l'indique, et est faiblement fléchisseur du pied sur la jambe.

Le *péronier antérieur* est un petit muscle sujet à de nombreuses variations et qui peut même faire défaut. Quand il existe, il s'attache sur la moitié inférieure de la face antérieure du péroné, gagne le dos du pied et s'attache par son tendon terminal sur la base du cinquième métatarsien. Physiologiquement, il agit comme l'extenseur commun des orteils en portant le pied en flexion, en abduction et en rotation en dehors.

Fig. 53. — L'AGE D'AIRAIN, PAR RODIN ▰ La sculpture moderne nous a donné, comme la sculpture antique, des œuvres où les reliefs musculaires ont été rendus avec un souci aigu de la vérité anatomique et physiologique. (Cl. Bulloz.)

En outre des muscles que nous venons de décrire, nous trouvons sur le côté externe de la jambe deux muscles : le long péronier latéral et le court péronier latéral.

Le *long péronier latéral* s'insère sur la partie antérieure externe de la tête du péroné, sur le tiers supérieur de la face externe de cet os et sur les cloisons fibreuses qui le séparent des muscles voisins. Il descend le long de la jambe, arrive à la malléole externe (os externe de la cheville) qu'il contourne pour gagner le bord externe du pied. A ce niveau, il s'engage dans une gouttière creusée

à la face antérieure du cuboïde, traverse en diagonale la plante du pied et finalement se fixe sur le tubercule externe de l'extrémité postérieure du premier métatarsien et sur le premier cunéiforme.

Ce muscle puissant joue un rôle considérable dans les mouvements du pied ; il est extenseur de celui-ci, le porte en dehors (abducteur) et lui imprime un mouvement de rotation en dehors en abaissant en même temps le bord interne de l'avant-pied.

Le *court péronier latéral* s'insère sur les deux tiers inférieurs de la face externe du péroné et sur les aponévroses voisines. Situé au-dessous du muscle précédent, il descend avec lui derrière la malléole externe et va se terminer sur l'extrémité postérieure du cinquième métatarsien. Il provoque l'abduction du pied. Son antagoniste est le jambier postérieur.

Région postérieure. — Les muscles de la région postérieure se disposent en deux couches, l'une superficielle et l'autre profonde.

Ceux qui constituent la couche superficielle sont le triceps sural, le plantaire grêle.

Le *triceps sural*, ou muscle du mollet, est un muscle volumineux constitué par trois portions : les jumeaux externe et interne ou gastrocnémiens (ventre de la jambe ou mollet) et le soléaire. Les *jumeaux* partent de la face postérieure des deux condyles du fémur, tandis que le *soléaire*, muscle aplati en forme de semelle (*solea*, semelle), s'attache sur le péroné, sur le tibia et sur une arcade fibreuse tendue entre ces deux os (arcade du soléaire). Jumeaux et soléaire s'unissent à la partie moyenne de la jambe pour constituer le tendon le plus volumineux de l'organisme, le *tendon d'Achille*. Celui-ci, long de 5 à 6 centimètres, facile à sentir à la partie inférieure de la jambe, vient se fixer à la partie postérieure du calcanéum. Le triceps sural étend avec une grande puissance l'arrière-pied sur la jambe, c'est le muscle extenseur le plus fort du pied. En même temps il porte le pied en dedans : c'est donc un extenseur-abducteur. L'extension directe du pied résulte de l'action combinée de ces deux muscles. Le rôle du triceps pendant la marche, la course, le saut, la danse, etc., est prépondérant. Lorsque le pied repose sur le sol, le triceps sural, en élevant le talon, élève en même temps le membre inférieur et le tronc tout entier.

Le *plantaire grêle* mérite seulement d'être mentionné. C'est un organe rudimentaire et très variable qui part du condyle externe du fémur et se fixe sur le calcanéum ou le tendon d'Achille.

Le *poplité* a été décrit avec les fléchisseurs de la jambe sur la cuisse (Voir page 55).

Les muscles de la couche profonde comprennent le long fléchisseur commun des orteils, le long fléchisseur propre du gros orteil et le jambier postérieur.

Le *long fléchisseur commun*, inséré à la face postérieure du tibia, descend le long de la jambe, puis glisse derrière la malléole interne (os interne de la cheville) pour gagner la plante du pied, où il se divise en quatre tendons terminaux, dont chacun va s'insérer sur la troisième phalange d'un orteil. Il est l'homologue du fléchisseur profond des doigts ; il fléchit les quatre derniers orteils sur le pied.

Le *long fléchisseur propre du gros orteil*, situé en dehors du muscle précédent, inséré sur la face postérieure du péroné, contourne par son tendon la malléole interne, puis gagne la plante du pied, où il croise le tendon du fléchisseur commun, pour se porter vers le gros orteil où il s'insère. Il s'anastomose en cours de route avec le fléchisseur commun ; il fléchit le gros orteil.

Le *jambier postérieur*, situé profondément entre les deux longs fléchisseurs des orteils, s'attache sur la partie postérieure du tibia et du péroné, descend le long de la jambe et, par son tendon terminal qui contourne aussi la malléole interne, vient s'attacher au tubercule du scaphoïde. Le jambier postérieur porte le pied directement en abduction, en même temps qu'il lui imprime un mouvement de rotation en dedans. Il est l'antagoniste du court péronier latéral.

Muscles du pied. — Les muscles du pied sont au nombre de vingt, répartis en deux régions, l'une dorsale et l'autre plantaire.

La région dorsale contient un seul muscle, le muscle *pédieux*. C'est un extenseur court qui, inséré en arrière à la face supérieure de la grande apophyse du calcanéum, se divise en quatre tendons, lesquels se fusionnent au bord externe du tendon du long extenseur commun des orteils, à la hauteur de la base de la première phalange, qu'il étend et incline en dehors.

La région plantaire est recouverte par une aponévrose dont la partie moyenne est extrêmement résistante. Au-dessous d'elle et superficiellement, on rencontre trois petits muscles : l'*adducteur du gros orteil*, qui écarte le pouce du deuxième orteil ; le *court fléchisseur plantaire*, dont les quatre tendons, divisés en deux bandelettes (tendon perforé) pour laisser passer ceux du long fléchisseur commun, s'attachent à la face inférieure de la deuxième phalange des quatre derniers orteils et par conséquent fléchissent cette deuxième phalange sur la première et celle-ci sur le métatarsien ; l'*abducteur du cinquième orteil* longe le bord externe du pied et écarte le cinquième orteil de l'axe du pied.

Le plan moyen de la plante du pied, occupé par les tendons du fléchisseur commun et du long fléchisseur propre du gros orteil, présente aussi un petit muscle, la *chair carrée de Sylvius*, qui, fixée sur le calcanéum d'une part, vient s'attacher sur le tendon du fléchisseur commun d'autre part.

Le plan profond comprend les petits muscles courts, *fléchisseurs du gros orteil, abducteurs oblique* et *transverse du gros orteil, court fléchisseur du cinquième orteil, opposant du cinquième orteil*, enfin le plan des *interosseux* et des *lombricaux*, comparables à ceux de la main. Mais ces muscles, au point de vue fonctionnel, sont loin d'avoir l'importance qu'ils ont acquise au niveau de l'organe de la préhension.

CHAPITRE III

APPAREIL DE LA CIRCULATION

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Le système circulatoire, ou vasculaire, comprend tous les organes qui sont destinés à la circulation du sang et de la lymphe. Il est formé par un ensemble de canaux que les liquides sanguins ou lymphatiques parcourent toujours dans le même sens. Primitivement, chez l'embryon, il est représenté par un réseau de vaisseaux minces, réseau qui constitue, par son indifférence primitive, la disposition la plus favorable pour le développement ultérieur des gros canaux. Ce développement doit, en effet, s'adapter aux nécessités mécaniques et physiologiques qu'entraîne le développement des organes. Comme ceux-ci n'apparaissent pas simultanément, évoluent dans des temps différents, on assiste à des changements importants dans l'évolution du système vasculaire. Cette origine réticulée (en réseau) primitive nous explique aussi qu'aucun vaisseau n'est libre ni indépendant : le système vasculaire forme un tout et le *circuit du sang*, tout en se faisant toujours dans le même sens, peut en certaines circonstances emprunter des voies de bifurcation devenues voies de dérivation, d'ordinaire embranchements secondaires devenus voies principales.

Au cours du développement, nous assistons encore à une grande différenciation fonctionnelle du réseau sanguin primitif. Cette différenciation de fonctions entraîne aussi une différenciation de structure. Tout d'abord il convient de noter qu'en un point de la canalisation un vaisseau se perfectionne, modifie ses tuniques, s'amplifie pour devenir géant, se cloisonne et devient un véritable muscle creux, organe moteur du sang. Ce vaisseau si profondément modifié est le *cœur*. De lui, organe central, partent des émissaires, les *artères*, dont les tuniques sont élastiques ; elles portent le liquide sanguin et musculaire dans les organes et dans les tissus. Ici, se passent alors les phénomènes de la nutrition, les échanges ont lieu et la canalisation vasculaire conserve ici son type embryonnaire, c'est-à-dire sa forme de réseaux, de canaux à parois minces et de faible calibre, plus minces que des cheveux, d'où leur nom de « *capillaires* ». Lorsque les échanges ont été effectués, le sang, continuant son circuit, s'engage dans les voies de retour, formées par des vaisseaux surtout élastiques, les *veines*. Quant au liquide interstitiel, il s'engage dans de nouveaux canaux appelés *lymphatiques*, qui viennent eux-mêmes verser leur liquide dans les veines.

Au point de vue anatomique, le système vasculaire comprend donc le cœur, les artères, les capillaires, les veines et les lymphatiques. Nous ne dirons rien des capillaires que l'on trouve dans tous les tissus avec la même forme et le même dispositif réticulé (Voir *Histologie*).

Le cœur est constitué par une tunique musculaire extrêmement épaisse, le *myocarde*, ou cœur proprement dit. Celui-ci est entouré à l'extérieur d'une séreuse, véritable sac qui facilite les contractions cardiaques, le *péricarde*. La face interne du myocarde possède un revêtement, l'*endocarde*, qui non seulement le tapisse, mais s'est transformé en certains points en un appareil d'occlusion, les *valvules*.

Le cœur de l'homme, comme celui des mammifères, comprend deux moitiés, l'une gauche et l'autre droite. Chacune de ces moitiés est divisée en deux chambres : l'une supérieure et postérieure, l'*oreillette* ; l'autre inférieure et antérieure, le *ventricule*. Les deux moitiés du cœur sont séparées l'une de l'autre par une cloison étanche chez l'adulte. Par contre, chaque oreillette communique largement avec le ventricule correspondant. Ce cloisonnement est une conséquence de la respiration pulmonaire. Chez les animaux dont la respiration se fait par des branchies, le cœur est un tube sans cloison. Tandis que la respiration pulmonaire apparaît dans la série animale, ne succédant d'ailleurs que progressivement à la respiration branchiale (batraciens), on assiste parallèlement à la progression du cloisonnement du cœur, qui aboutit à une séparation complète des deux courants sanguins, l'un artériel, dans le cœur gauche, l'autre veineux, dans le cœur droit.

Le circuit du sang. — Cette apparition de l'appareil pulmonaire a donc déterminé dans la circulation générale deux courants, et la circulation du sang nous présente ainsi un circuit fermé. Le sang artériel part du ventricule gauche, se distribue, grâce à l'artère aorte et à ses branches, dans toutes les parties du corps. Là, le sang abandonne aux éléments anatomiques les principes nécessaires à leur nutrition et à leur fonctionnement. Ces éléments lui cèdent en échange les produits de déchet provenant de la désassimilation. Le sang, ainsi modifié dans sa composition, passe alors dans les veines qui le ramènent dans l'oreillette droite, puis dans le ventricule droit. Celui-ci le chasse alors dans le poumon par l'artère pulmonaire. Au niveau du poumon, l'acide carbonique du sang passe dans l'atmosphère tandis que l'oxygène de l'air se fixe sur le sang ; c'est le phénomène de l'hématose. Du poumon, le sang revient à l'oreillette gauche par l'intermédiaire des veines pulmonaires, et de l'oreillette gauche il retourne au ventricule gauche, d'où il est parti. Chaque globule du sang accomplit donc une révolution totale, et ce cycle se poursuit jusqu'à la mort de l'indi-

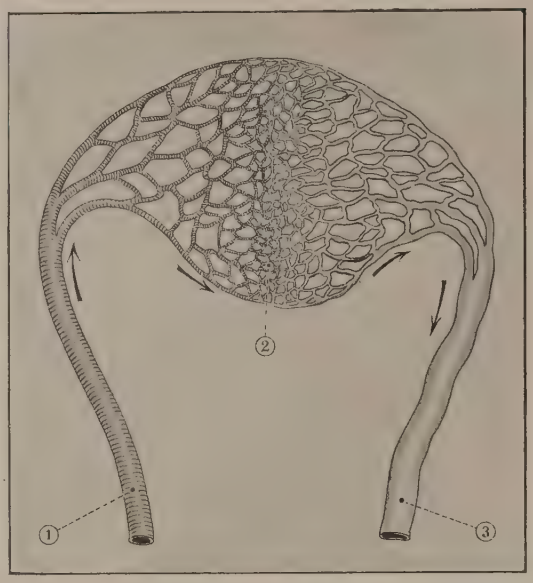


Fig. 54. — SCHÉMA DE LA CIRCULATION CAPILLAIRE
1. *Partie terminale d'une artère.* — 2. *Réseau capillaire.* — 3. *Partie initiale d'une veine.* — Les flèches indiquent le sens du courant sanguin. (Moreaux, del.)

vidu. C'est grâce à Harvey, célèbre physiologiste anglais, que cette circulation a été connue au XVIIe siècle. Depuis ses travaux, on donne le nom de *grande circulation*, ou circulation générale, au circuit qui commence au ventricule gauche pour se terminer à l'oreillette droite, et de *petite circulation*, ou circulation pulmonaire, au circuit qui commence au ventricule droit pour se terminer à l'oreillette gauche.

Chez le fœtus, les deux oreillettes ne sont pas séparées. En effet, la respiration pulmonaire n'existant pas encore, la circulation du sang dans le poumon est très réduite et la plus grande partie du sang veineux passe presque en totalité de l'oreillette droite dans l'oreillette gauche par un large orifice, le trou de Botal, lequel s'oblitère après la naissance. Lorsque cette occlusion fait défaut, les deux sangs artériel et veineux restent mêlés : des accidents s'ensuivent et la coloration des téguments est bleue, d'où le nom de « maladie bleue » que l'on donne à cette anomalie congénitale du cœur.

Une quantité considérable d'eau et de matières dissoutes provenant du sang entoure les éléments cellulaires, les baigne et les imbibe. Ce liquide, appelé *lymphe interstitielle*, circule relativement peu. Cependant une partie de ce liquide se collecte dans des conduits d'un autre genre, les *canaux lymphatiques*, qui en ramènent une certaine quantité, et ceci de façon constante, dans le torrent circulatoire. Cette circulation lymphatique, qui n'est en somme qu'une dépendance de la circulation sanguine, en est cependant, comme on le voit, anatomiquement distincte, sauf à son origine et à sa terminaison. Le volume total du liquide circulant dans les canaux sanguins et de la lymphe ne dépasse guère 5 litres, et l'on estime qu'un individu adulte renferme environ 40 litres d'eau. Il existe donc dans les tissus une circulation lente, en dehors de tout appareil de canalisation, qui vient d'ailleurs de celle-ci par les capillaires du sang et qui y aboutit encore par les capillaires du sang ou par les vaisseaux lymphatiques. La circulation de cette grande quantité de liquide, qui est la substance même de la nutrition cellulaire, sera forcément modifiée, lorsque les conditions physiques et chimiques (pression artérielle, perméabilité des vaisseaux, perméabilité cellulaire, constitution du plasma sanguin, etc.) seront altérées. C'est ainsi que les maladies du cœur et des vaisseaux peuvent, par simple action mécanique, détruire l'équilibre général de la santé. L'adage bien connu : « on a l'âge de ses artères », qu'on devrait modifier en disant : « on a l'âge de sa circulation », est parfaitement justifié.

CŒUR

CONFIGURATION EXTÉRIEURE. — Le cœur est situé à la partie moyenne du thorax, entre les deux poumons, en avant de la colonne vertébrale et au-dessus du diaphragme. Il a la forme d'un cône dont la base regarde en arrière, en haut et à droite, et dont le sommet, ou pointe, est orienté à gauche, en bas et en avant. Sur le vivant, on perçoit la pointe du cœur battant à la hauteur du mamelon gauche ou un peu au-dessous, dans le cinquième espace intercostal. Le poids du cœur est en moyenne de 280 grammes chez l'adulte. A la naissance, il n'en pèse que 24. C'est pendant la période prépubertaire, de huit à quinze ans, que son accroissement est le plus élevé. L'épaisseur des deux ventricules est à peu près égale chez le nouveau-né, mais rapidement, tandis que la paroi du ventricule droit reste presque stationnaire, le ventricule gauche s'épaissit considérablement.

Dans sa forme générale, le cône cardiaque présente deux faces convexes, l'une antérieure et supérieure, l'autre postérieure et inférieure ; une base ; deux bords ; un sommet. Le cœur est d'une couleur rouge plus ou moins foncée. Les fibres musculaires dessinent à la surface une stri tion dans le sens vertical sur les ventricules, et plutôt transversale sur les oreillettes : quelques amas graisseux forment des plaques jaunâtres ou des traînées, particulièrement développées chez certains individus obèses ou sur des cœurs malades.

La *face antérieure du cœur*, convexe, présente un sillon peu éloigné du bord gauche du cœur et qui marque extérieurement la limite entre les deux ventricules. Ce sillon, dit *sillon interventriculaire antérieur*, est parcouru par l'artère coronaire antérieure. Au-dessus de lui émergent deux gros vaisseaux, l'artère pulmonaire en avant, l'aorte légèrement à droite et en arrière. Enfin la face antérieure des oreillettes, qui déborde de chaque côté des gros vaisseaux, est séparée de la portion ventriculaire par un sillon transversal, appelé auriculo-

ventriculaire. Deux prolongements des oreillettes, les *auricules*, débordent latéralement les deux gros vaisseaux, formant avec les oreillettes une sorte d'enceinte circulaire d'où ceux-ci émergent.

Cette partie antérieure du cœur est en rapport avec le thorax au niveau d'une région qu'on appelle l'*espace précordial* et qui a la forme d'un quadrilatère. Cet espace est limité par une ligne, qui, partant du bord supérieur du troisième cartilage costal droit (à 1 centimètre du bord droit du sternum), gagne l'articulation du cinquième cartilage droit, puis rejoint le bord supérieur de la cinquième côte gauche, à 8 centimètres de la ligne médiane (pointe du cœur), remonte au onzième espace intercostal gauche (à 2 centimètres du bord gauche du sternum) et rejoint enfin son point de départ (Testut).

Au niveau de la face postéro-inférieure du cœur, on retrouve le sillon interventriculaire et le sillon auriculo-ventriculaire qui marquent à l'extérieur les séparations des cavités cardiaques. Cette face du cœur repose sur le diaphragme, mince cloison musculaire qui la sépare des organes abdominaux, et, en particulier, de la partie supérieure de l'estomac. Ce rapport explique la fréquence des palpitations, même des douleurs cardiaques, sous l'influence des troubles gastriques. On a utilisé encore cette particularité pour pratiquer le massage du cœur à travers le diaphragme dans les cas de syncope cardiaque survenue au cours des anesthésies par le chloroforme.

Le bord gauche du cœur, épais, creuse une dépression appelée « lit du cœur », à la face interne du poumon gauche. Le bord droit, mince, est couché sur le diaphragme.

La base du cœur est occupée par la partie supérieure des oreillettes. On y rencontre, de droite à gauche, l'embouchure de la veine cave supérieure (oreillette droite), l'embouchure des deux veines pulmonaires droites, puis les deux veines pulmonaires gauches (oreillette gauche).

Le sommet ou pointe du cœur appartient surtout au ventricule gauche ; il est situé, par rapport au thorax, dans le cinquième espace intercostal gauche, un peu au-dessous du mamelon. Lorsque le cœur est gros, la pointe se porte en bas et en dehors. La palpation de cette région permet d'apprécier relativement le volume et la situation du cœur.

CONFORMATION INTÉRIEURE. — Les cavités du cœur sont, nous le savons, au nombre de quatre. Chaque oreillette communique avec le ventricule correspondant par un orifice, l'orifice *auriculo-ventriculaire*. A cet orifice est annexé un appareil d'occlusion ou de soupape qu'on appelle *valvule*, dont les voiles ou *valves* sont rattachées aux parois ventriculaires par des cordages musculaires tendineux. Tandis qu'au niveau des oreillettes on constate les orifices des veines qui sont les canaux afférents du sang dans le cœur, on remarque dans chaque ventricule un orifice artériel répondant à l'artère correspondante, orifice pulmonaire à droite, orifice aortique à gauche, dans lequel s'engage le sang pour gagner la périphérie. L'aspect intérieur du cœur dévoile le sens du courant et le mécanisme hydraulique de ce muscle creux qu'est le cœur.

VENTRICULES. — Les ventricules ont la forme de cônes dont le sommet répond à la pointe du cœur. La base présente l'orifice auriculo-ventriculaire et l'orifice artériel. Les parois, contrairement à ce que l'on observe sur la surface extérieure, qui est lisse, présentent une série de saillies et de reliefs que l'on désigne sous le nom de *colonnes charnues* du cœur. Les unes se libèrent de la paroi à quelque distance de l'extrémité fixe et donnent attache aux *cordages* qui se fixent aux valves des valvules ; ce sont les *colonnes de premier ordre* ou piliers charnus du cœur. Les autres sont soit adhérentes sur toute leur étendue, soit libres seulement à leur partie moyenne. Il en résulte un véritable réseau donnant à la paroi du ventricule un aspect spongieux. Les parois du ventricule droit sont minces, par rapport à celles du ventricule gauche ; cette particularité est due à la différence du travail imposé à chacun des ventricules, le ventricule gauche ayant à accomplir un effort quatre fois plus grand que celui qui incombe au ventricule droit.

Les valvules auriculo-ventriculaires forment une sorte d'entonnoir contenu dans le ventricule. La base de l'entonnoir répond à l'orifice auriculo-ventriculaire, le sommet est au-dessous. Les cordages de premier ordre viennent s'attacher sur les valves qui constituent la valvule. Longs et souples, ils se fixent au bord de ces valves. C'est cet appareil valvulaire qui est destiné à régler le cours du sang. Pendant la diastole, ou phase de relâchement du cœur, le sang passe des oreillettes dans les ventricules et lorsque ceux-ci se contractent, ce qui constitue la systole, les valvules se redressent pour empêcher le sang de refluer dans l'oreillette d'où il

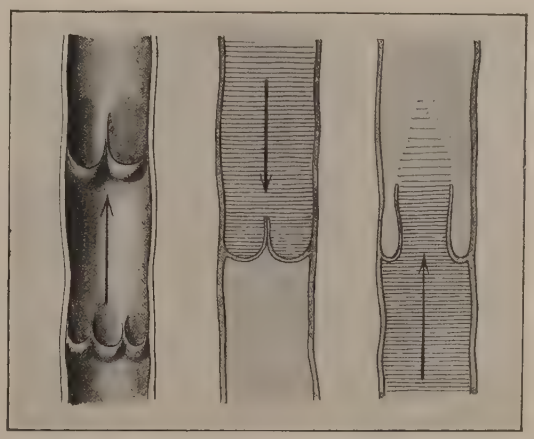


Fig. 55. — LES VALVULES DES VEINES ET LEUR RÔLE. *A gauche :* Veine ouverte montrant la disposition des valvules. *A droite* (schéma) : Les valvules laissent passer le sang qui se dirige vers le cœur. *Au milieu* (schéma) : Les valvules s'opposent au reflux du sang dans le sens opposé. (Moreaux, del.)

vient. Ce système de soupapes doit conserver toujours ses dimensions normales. Toute inflammation qui diminuera l'orifice (rétrécissement valvulaire) diminuera également l'apport du sang de l'oreillette dans le ventricule ; de même toute lésion qui empêchera l'occlusion parfaite de la soupape valvulaire (insuffisance valvulaire) aura pour conséquence de permettre au sang de refluer vers l'oreillette.

La valvule auriculo-ventriculaire droite porte le nom de *valvule tricuspide* ; elle est en effet constituée par trois valves : antérieure, postérieure et interne. La valvule auriculo-ventriculaire gauche comprend deux valves seulement, dont l'interne est de beaucoup la plus développée. On lui donne le nom de *valvule bicuspide* ou *mitrale*, Winslow l'ayant comparée depuis longtemps à une mitre renversée.

Chaque orifice artériel est également muni d'un appareil valvulaire qui, après la systole ventriculaire, empêche le sang de retomber dans la cavité d'où il est parti. Ces valvules artérielles siègent tout près de l'orifice et portent le nom de *valvules sigmoïdes* ; elles sont au nombre de trois pour chaque orifice et ressemblent chacune à un nid de pigeon. Chaque bord libre de la valvule présente un petit nodule, dit *nodule de Morgagni* pour l'aorte pulmonaire et *nodule d'Arantius* pour l'aorte. Ces nodules complètent l'occlusion du vaisseau en assurant un contact plus parfait des valvules. Les lésions qui portent sur celles-ci entraînent également des conséquences sérieuses dans le fonctionnement du cœur, insuffisance lorsque l'occlusion valvulaire est imparfaite ou rétrécissement lorsque l'inflammation a rétracté le tissu élastique qui les constitue.

Un coup d'œil d'ensemble jeté sur les cavités ventriculaires nous montre qu'à droite l'orifice pulmonaire est situé en avant du plan de l'orifice auriculo-ventriculaire et que le sang du ventricule, avant de le franchir, traverse un espace, l'*infundibulums*, sorte de vestibule de l'artère. Dans le ventricule gauche, l'orifice aortique est en dedans et en avant de l'orifice auriculo-ventriculaire. Pendant la systole des ventricules, la contraction des piliers du ventricule droit applique la valve antérieure et la valve postérieure de la tricuspide contre la cloison interventriculaire, la contraction des piliers du ventricule gauche entraîne en dehors les deux valves de la mitrale dont la valve interne ou grande valve, complétée par la petite valve, oblitère l'orifice auriculo-ventriculaire gauche. Le sang passe alors dans les deux artères pulmonaire et aortique dont les valvules sigmoïdes sont relevées ; pendant la diastole, celles-ci s'abaissent.

Les deux ventricules sont séparés l'un de l'autre par une cloison très épaisse, sauf en un point situé à la partie supérieure. Cette cloison est toujours étanche chez l'homme ; on peut cependant observer, par suite d'un trouble du développement embryonnaire, sa perforation (maladie de Roger), incompatible avec une longue existence.

Oreillettes. — Elles constituent deux cavités dont la capacité est moindre que celle des ventricules ; d'autre part, la minceur de leurs parois indique l'effort moindre qu'elles ont à accomplir.

Dans l'oreillette droite aboutissent : en haut, la veine cave supérieure qui ramène au cœur le sang de la tête, du cou, des membres supérieurs et d'une partie de la cage thoracique ; en arrière et en bas la veine cave inférieure, qui conduit le sang revenant du reste de l'organisme, c'est-à-dire de la partie inférieure du corps. L'orifice de celle-ci est muni d'un repli membraneux, la *valvule d'Eustachi*, valvule d'ailleurs très incomplète. Au-dessous et en dedans de l'orifice de la veine cave se trouve l'orifice de la veine coronaire, qui est muni lui aussi d'une valvule incomplète, la *valvule de Thébésius*. Cette veine amène à l'oreillette droite la plus grande quantité du sang veineux des parois du cœur.

Sur la paroi interne de l'oreillette, qui répond à la cloison interventriculaire, se trouve une dépression, la fosse ovale, entourée d'un relief musculaire, l'anneau de Vieussens, et qui se trouve au niveau de l'emplacement du trou de Botal dont nous avons déjà parlé.

Dans l'oreillette gauche débouchent les quatre veines pulmonaires par lesquelles s'effectue le retour du sang hématosé dans le poumon.

Architecture du muscle cardiaque. — Le péricarde et les anneaux fibreux qui forment la charpente des orifices du cœur envoient dans le muscle cardiaque ou myocarde des prolongements qui séparent les faisceaux de fibres musculaires. Les oreillettes et les ventricules constituent deux systèmes musculaires séparés, et l'on peut dire qu'il y a dans le cœur deux ensembles

Fig. 56. — LE CŒUR, SA CONFIGURATION EXTÉRIEURE, SA STRUCTURE INTERNE ▫ *Première ligne, à gauche :* Face antérieure du cœur (d'après Bonamy, Beau et Broca). — 1. *Oreillette droite.* — 1'. *Auricule droite.* — 2. *Veine cave supérieure.* — 3. *Veine cave inférieure.* — 4. *Ventricule droit.* — 5. *Ventricule gauche.* — 6. *Auricule gauche.* — 7. *Aorte.* — 8. *Artère pulmonaire.* — 9. *Sillon coronaire et vaisseaux coronaires droits.* — 10. *Sillon interventriculaire et vaisseaux coronaires gauches.* ▫ *A droite :* Face postérieure (d'après Bonamy, Beau et Broca). — 1. *Oreillette gauche.* — 2. *Oreillette droite.* — 3. *Veine cave supérieure.* — 4. *Veine cave inférieure.* — 5. *Aorte.* — 6. *Artère pulmonaire (branche gauche).* — 7. 7'. *Veines pulmonaires.* — 8. *Ventricule gauche.* — 9. 9'. *Grande veine et sinus coronaire.* ▫ *Deuxième ligne, à gauche :* Ventricule droit (ouvert). — 1. *Cavité du ventricule droit.* — 2. *Oreillette droite.* — 3. *Veine cave supérieure.* — 4. *Veine cave inférieure.* — 5. *Artère pulmonaire.* — 6. *Valvules sigmoïdes.* — 7. *Crête supra-ventriculaire.* — 8. *Faisceau arqué ou moderator-band.* — 9. *Pilier antérieur du ventricule droit.* — 10. *Valvule bicuspide.* ▫ *A droite :* Ventricule gauche. — 1. *Cavité du ventricule gauche.* — 2. *Aorte.* — 3. *Valvules sigmoïdes.* — 4. 4'. *Piliers antérieur et postérieur du ventricule.* — 5. *Valvule mitrale.* ▫ *Au milieu :* Valvule auriculo-ventriculaire et ses cordages (schématique). — 1. 1'. 1". *Piliers de la valvule.* — 2. 2. *Cordages tendineux.* — 3. *Voile valvulaire ou valve.* ▫ *Troisième ligne, à droite :* Oreillette droite ouverte. — 1. *Veine cave supérieure.* — 2. *Veine cave inférieure.* — 3. *Fosse ovale entourée de l'anneau de Vieussens.* — 4. *Orifice du sinus coronaire avec la valvule de Thebesius.* — 5. *Valvule d'Eustachi.* — 6. *Ventricule droit.* — 7. *Artère pulmonaire.* — 8. *Aorte.* ▫ *A gauche :* Système de commande du cœur et du faisceau de His. — 1. *Nœud sinusal de Keith et Flack.* — 2. *Nœud d'Aschoff-Tawara.* — 3. *Tronc du faisceau de His se divisant, en 4 sa branche droite, en 5 sa branche gauche.* ▫ *Au milieu :* Schéma des vaisseaux coronaires dessinés sur les deux faces du cœur. — A. *Face antérieure.* — B. *Face postérieure.* (Moreaux, del.)

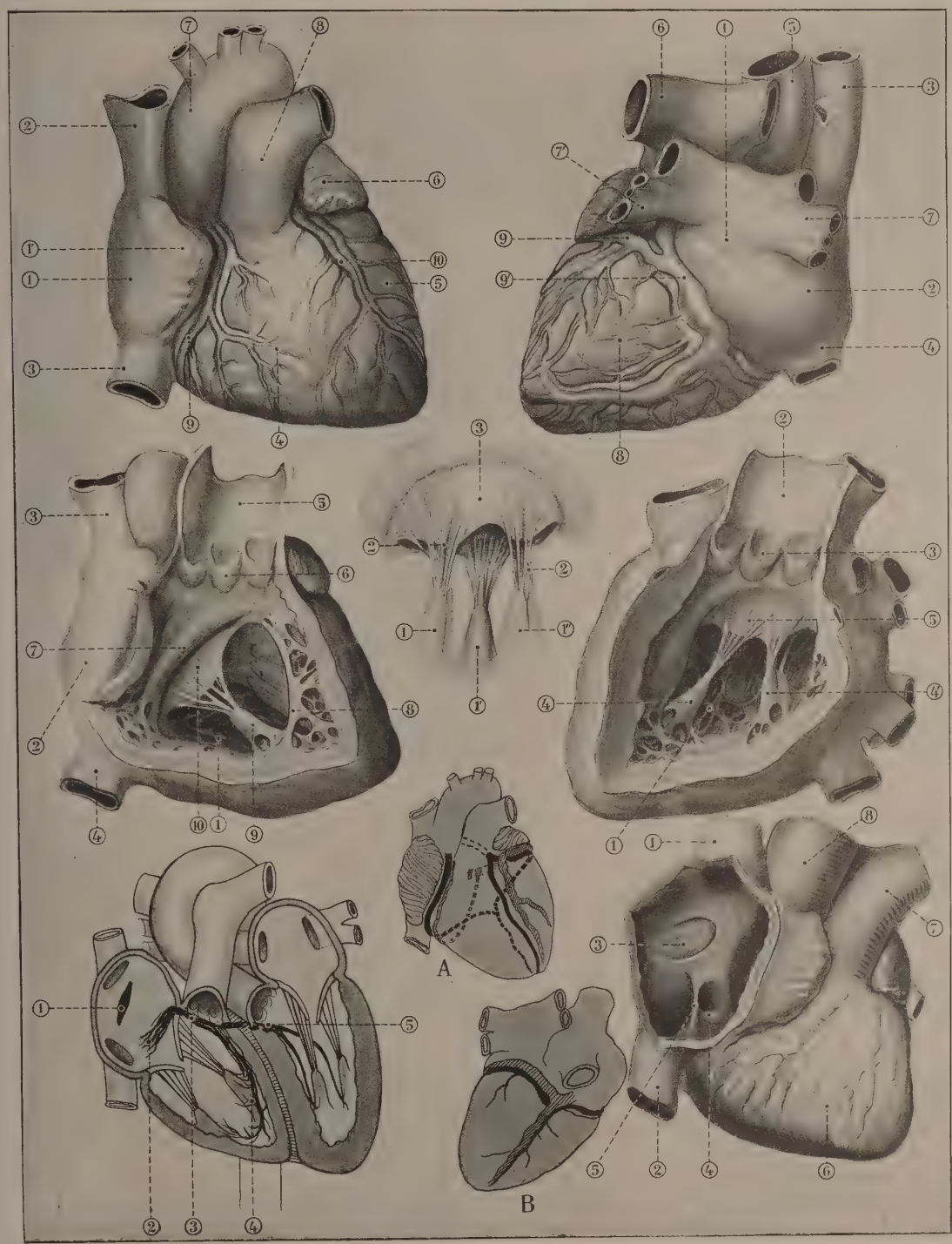


Fig. 56. — LE CŒUR, SA CONFIGURATION EXTÉRIEURE, SA STRUCTURE INTERNE

(Voir détails ci-contre.)

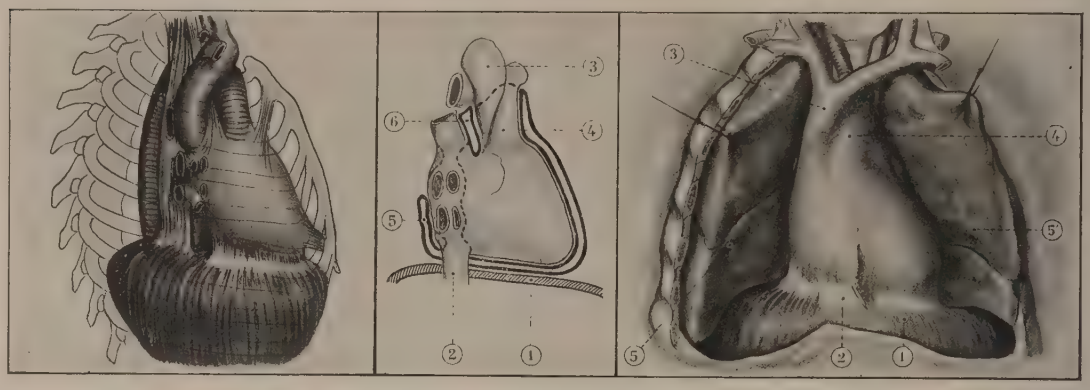


Fig. 57. — PÉRICARDE ▫ *A gauche :* Ligaments du péricarde, vus de profil. En traits légers, les côtes qui, normalement, devraient cacher la plus grande partie de la figure. ▫ *Au centre :* Coupe montrant les deux feuillets du péricarde. — 1. *Diaphragme* — 2. *Veine cave inférieure.* — 3. *Aorte.* — 4. *Artère pulmonaire.* — 5. *Cul-de-sac de Haller.* — 6. *Sinus de Theile.* ▫ *A droite :* Le sac péricardique. — 1. *Diaphragme.* — 2. *Ligament phréno-péricardique.* — 3. *Veine cave supérieure.* — 4. *Aorte.* 5. 5'. *Poumons droit et gauche, écartés par des crochets.* (Moreaux, del.)

musculaires indépendants. Les fibres auriculaires sont, les unes longitudinales et transversales et communes aux deux cavités, les autres annulaires ou en anses sont propres à chacune des oreillettes. Au niveau des ventricules, toutes les fibres s'insèrent sur les anneaux fibreux des orifices auriculo-ventriculaires ou artériels. Les unes, superficielles, gagnent la pointe du cœur et remontent vers leur point de départ, mais occupant cette fois la partie profonde de la paroi du ventricule ; elles sont communes aux deux ventricules, en ce sens que, parties du ventricule droit, elles aboutissent au ventricule gauche et inversement. Entre ces deux plans, l'un superficiel, l'autre profond, formés par les fibres communes aux deux ventricules, existe un plan moyen ou intermédiaire constitué par les fibres propres, c'est-à-dire par des fibres qui, partant des orifices auriculo-ventriculaires d'un ventricule, remontent vers ces zones fibreuses en formant des anses dont le sommet répond à la pointe du cœur. Telle est la conception classique.

Les muscles auriculaire et ventriculaire indépendants l'un de l'autre en apparence sont unis en réalité par des fibres particulières, spécifiques, chargées d'assurer la liaison entre les oreillettes et les ventricules et peut-être d'ordonner le rythme du cœur. Ce *système de commande,* encore appelé *système connecteur atrio-ventriculaire,* puisqu'il unit les oreillettes (atrium) au ventricule, comprend deux parties.

La première, appelée le *nœud de Keith et Flack* ou encore *nœud sinusal,* est située dans les parois de l'oreillette droite entre l'embouchure des deux veines caves. La seconde porte le nom de *faisceau de His.* Ce faisceau prend naissance par une formation nodale en avant et au-dessous de l'embouchure de la veine coronaire : cette formation est appelée le *nœud d'Aschoff-Tawara.* De là, le système se dirige vers la cloison interventriculaire formant le faisceau de His proprement dit. Ce faisceau ne tarde pas à se diviser en deux branches dont l'une se porte sur la face droite de la cloison interventriculaire, tandis que l'autre glisse sur la face gauche de la même cloison. Ainsi à cheval sur la cloison interventriculaire, les deux jambes du faisceau de His se répandent à la surface interne des deux ventricules, constituant sous l'endocarde ce que l'on appelle les *fibres de Purkinje.* Les nerfs du cœur sont en relation intime en particulier avec les points nodaux de ce système qui possède une irrigation abondante (Voir *Physiologie*).

Vaisseaux et nerfs du cœur. — Chez les vertébrés inférieurs, en particulier les batraciens, le cœur n'a pas de circulation propre ; il est nourri par le sang renfermé dans ses cavités. Chez les oiseaux, les mammifères et l'homme, le cœur possède une circulation propre qui constitue le système coronaire. Les *artères coronaires,* au nombre de deux, l'une antérieure gauche, l'autre postérieure ou droite naissent de l'aorte près du cœur, un peu au-dessus des valvules sigmoïdes. Malgré une opinion ancienne, le sang pénètre dans ces artères de façon continue et suivant les mêmes lois que pour les autres vaisseaux. Cependant, au moment de la diastole, il existe une accélération de la vitesse du sang qui correspond à la facilité d'écoulement qui résulte de la décontraction du muscle et de l'élargissement consécutif des vaisseaux. Ces artères coronaires s'anastomosent entre elles, mais par des vaisseaux de faible calibre. Lorsque l'un des vaisseaux est oblitéré, l'artère voisine ne peut le suppléer. On sait que l'angine de poitrine grave est attribuée dans un certain nombre de cas à une oblitération plus ou moins complète des artères coronaires.

Les *veines cardiaques* aboutissent pour la plupart à la *grande veine coronaire* qui vient se jeter, après avoir cheminé dans le sillon auriculo-ventriculaire gauche, à la partie postéro-inférieure de l'oreillette droite. Quelques veinules débouchent directement dans l'oreillette droite.

Les *nerfs* proviennent d'un plexus, le *plexus cardiaque,* constitué par des rameaux venus des nerfs pneumogastriques et par des rameaux sympathiques.

La physiologie montre que le cœur, enlevé de l'organisme et suffisamment irrigué par une circulation artificielle, continue à battre longtemps. Le système nerveux du cœur est donc un appareil de perfectionnement et surajouté ; il n'en est pas moins anatomiquement représenté par des éléments extrêmement nombreux qui se terminent au contact de la fibre musculaire, y apportant d'une part une action centrifuge motrice, y recueillant d'autre part des excitations centripètes, c'est-à-dire sensitives.

Péricarde. — Le cœur est entouré d'une membrane séreuse, le péricarde, qui l'isole et permet un libre jeu au rythme de son expansion. C'est un sac fibro-séreux, constitué par deux parties, l'une externe, fibreuse, l'autre interne ou séreuse.

Le péricarde fibreux repose par sa base sur le diaphragme et y adhère ; le muscle lui fournit un point d'appui solide, une véritable insertion. A sa partie supérieure, il embrasse les gros vaisseaux qui s'échappent du cœur et remonte sur l'aorte jusqu'au niveau du deuxième espace intercostal. Latéralement, il adhère à la plèvre qui tapisse le face interne des poumons. Sur le vivant, le sac péricardique se moule sur le cœur, s'adaptant passivement aux différents changements de volume de l'organe. Comme il est inextensible, toute quantité de liquide qu'il contiendra (péricardite) agira sur le fonctionnement du cœur. En avant, il est en rapport directement avec la paroi thoracique suivant un espace peu étendu ayant la forme d'un triangle à base inférieure ou d'un quadrilatère irrégulier, le côté gauche formant le plus souvent, en plusieurs points, une ligne brisée, le côté droit répondant au bord gauche du sternum et s'étendant de l'extrémité interne du quatrième espace intercostal à l'insertion sternale du sixième cartilage gauche. Le côté gauche va de l'extrémité interne du quatrième espace à la pointe. Le côté inférieur est formé par une ligne horizontale allant de l'insertion sternale du sixième cartilage à la pointe. Cet espace représente l'aire de matité absolue du cœur, qui correspond aux ventricules.

La face postérieure du péricarde répond aux organes qui passent dans la partie postérieure de la cage thoracique ou médiastin postérieur. Parmi ces organes, signalons l'œsophage (d'où résulte une déglutition douloureuse dans la péricardite), l'aorte descendante, les nerfs pneumogastriques, la grande veine azygos et le canal thoracique.

Le péricarde, comme toute séreuse, comprend deux feuillets, l'un pariétal, l'autre viscéral. Le feuillet pariétal, très mince, tapisse la surface intérieure du sac fibreux dont nous venons de parler. Le feuillet viscéral ou *épicarde*, également très mince, vernit toute la portion ventriculaire du cœur. Plus haut, il revêt la face antérieure des oreillettes et fournit une gaine aux troncs artériels (aorte et artère pulmonaire). Entre la paroi postérieure des artères et la face antérieure des oreillettes, il existe donc un espace libre, sorte de canal transversal, le *sinus de Theile*, dont le plafond est formé par la branche gauche de l'artère pulmonaire.

Le feuillet viscéral et le feuillet pariétal du péricarde se réunissent du côté de la base du cœur au moment où le péricarde fibreux s'attache sur les gros vaisseaux. Dans la cavité péricardique se meuvent donc librement les ventricules et la presque totalité des oreillettes. Au niveau des gros vaisseaux, au contraire, on constate la fusion des deux feuillets péricardiques et, par suite des différences de calibre de ces vaisseaux et des différences de niveau d'insertion du péricarde, il existe des culs-de-sac péricardiques. Le plus important est le diverticule qui siège entre le pédicule veineux droit et le pédicule veineux gauche : c'est la poche rétro-auriculaire ou *cul-de-sac de Haller*.

VAISSEAUX SANGUINS

Les vaisseaux sanguins comprennent les artères, les capillaires et les veines. Après avoir étudié leur anatomie générale, nous décrirons le mode de distribution du réseau.

Anatomie générale du système artériel. — Deux troncs artériels volumineux partent des ventricules: l'artère pulmonaire qui porte aux poumons le sang du ventricule droit et l'aorte qui distribue le liquide nourricier aux autres organes. La première fait partie de la petite circulation, la seconde de la grande. Le premier système, *système pulmonaire*, est court et se ramifie très simplement ; le second système, *système aortique*, est très long. Dans son ensemble, celui-ci ressemble à un arbre, l'arbre aortique, dont les ramures s'étendent à tous les territoires de l'organisme. Les branches fournies par les artères qui proviennent du tronc-souche sont de deux sortes : les unes collatérales et les autres terminales.

Fig. 58. — L'ARTÈRE PULMONAIRE ET SES RAMIFICATIONS DANS LES POUMONS 1 (en noir). *Le tronc de l'artère pulmonaire et ses deux branches.* — 2. *Veine cave inférieure.* — 3. *Aorte.* — 4. *Veine cave supérieure* (de ces trois vaisseaux on n'a figuré que la portion la plus proche du cœur). — 5. *Cœur.* (Moreaux, del.)

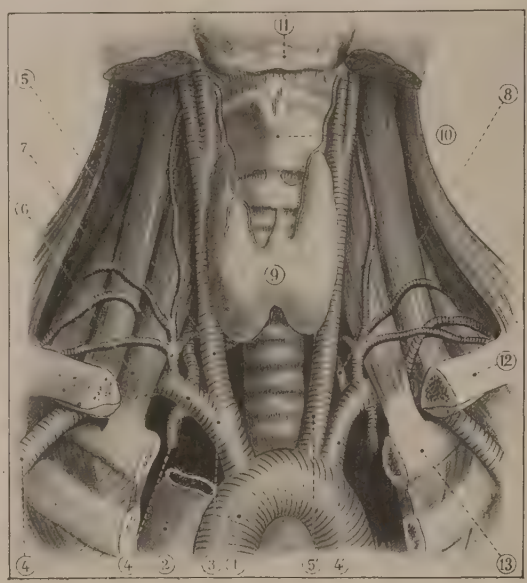


Fig. 59. — LA CROSSE DE L'AORTE ET SES BRANCHES 1. *Crosse de l'aorte.* — 2. *Veine cave supérieure* (coupée). — 3. *Tronc artériel brachio-céphalique.* — 4. *Artère sous-clavière droite.* — 4'. *Artère sous-clavière gauche.* — 5. *Carotide primitive droite.* — 5'. *Carotide primitive gauche.* — 6. *Muscle scalène antérieur droit.* — 7. *Tronc bicervico-thyro-scapulaire.* — 8. *Artère thyroïdienne inférieure.* — 9. *Corps thyroïde.* — 10. *Cartilage thyroïde* (*larynx*). — 11. *Os hyoïde.* — 12. *Première côte gauche.* — 13. *Deuxième côte gauche.* (Moreaux, del., imité de Rouvière.)

ces dernières résultant le plus souvent de la bifurcation d'un tronc. Lorsqu'une artère se divise, les surfaces de coupe des deux branches de bifurcation additionnées dépassent la surface du tronc générateur. On peut donc comparer l'arbre aortique à un cône dont le sommet répond aux ventricules et dont la base représente la somme des aires de toutes les artérioles de l'organisme. Près du cœur, le sang est ainsi animé d'une vitesse plus grande que celle qu'il présente loin de l'organe central, là où la même quantité de sang s'étale pour baigner tous les éléments cellulaires.

Les artères sont cylindriques et diminuent de calibre au fur et à mesure qu'on s'éloigne du cœur. Au point de vue de leurs rapports, elles sont situées le plus souvent dans la profondeur, cheminant, au niveau des membres, dans les interstices des différents groupes musculaires et se mettent en rapport, tout au moins en ce qui concerne l'artère principale, avec la surface de flexion des articulations. A l'exception des grosses artères, les veines sont au nombre de deux pour chaque artère. Très souvent aussi un nerf s'accole aux vaisseaux, constituant un *paquet vasculo-nerveux*, comme cela s'observe au bras, au cou, aux cuisses, etc. Signalons enfin que les artères, conservant le souvenir de leur origine réticulée, communiquent fréquemment entre elles par des vaisseaux secondaires qu'on appelle des *anastomoses*. Celles-ci associent plusieurs artères dans l'irrigation d'un même territoire, prêtent assistance à l'artère principale et peuvent même arriver à la suppléer lorsque celle-ci cesse d'être perméable. C'est grâce à cette particularité que les chirurgiens peuvent pratiquer la ligature d'une artère, soit pour arrêter ou prévenir une hémorragie, soit comme mode de traitement (anévrysme), sans pour cela priver tout un territoire de circulation sanguine.

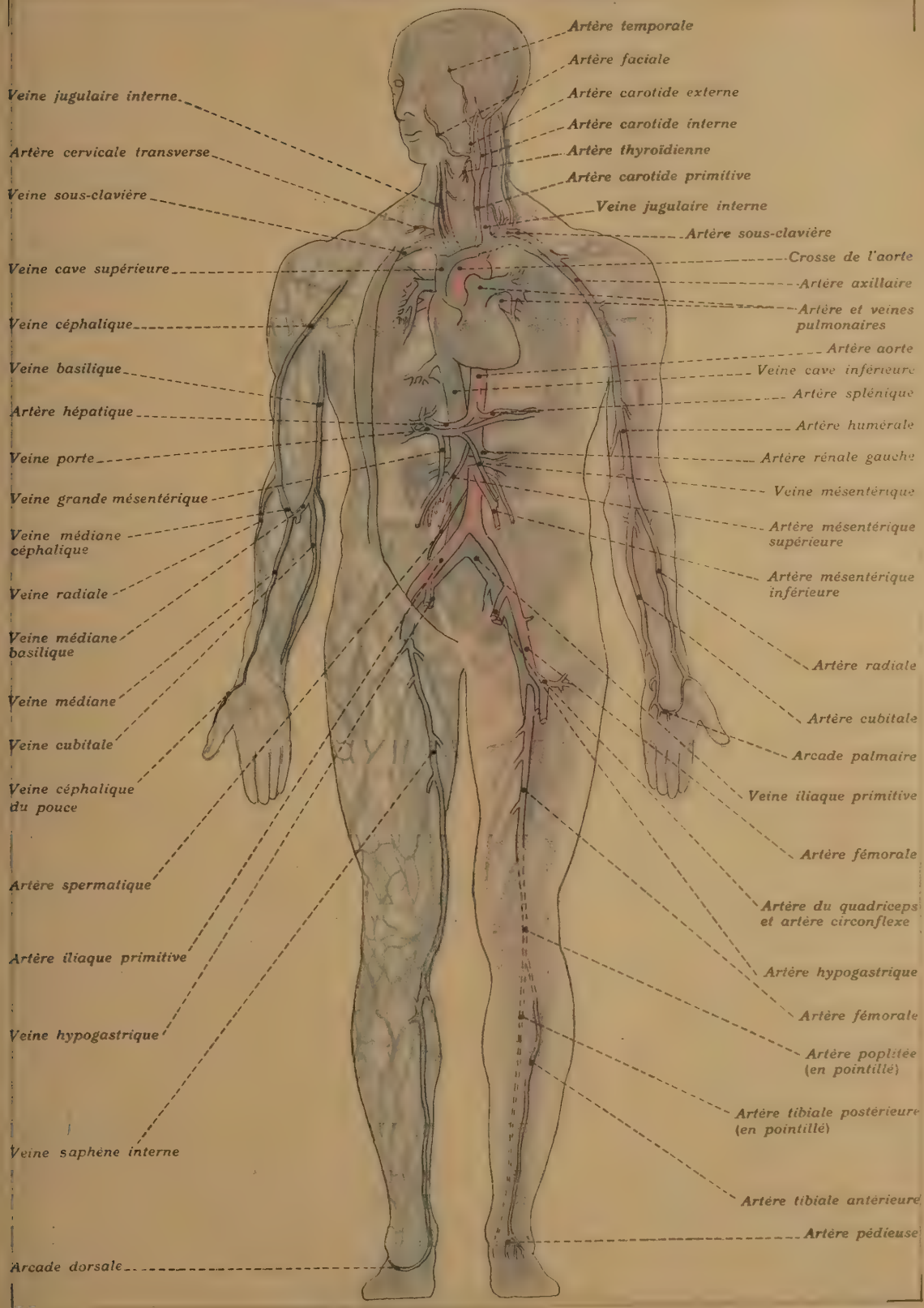
Les artères sont sujettes, dans leur situation anatomique, à de nombreuses variations que l'on désigne sous le nom de variétés ou d'*anomalies*. Celles-ci ont un intérêt d'ordre général (anatomie comparée, embryologie) et peuvent aussi avoir un intérêt pratique lorsqu'il s'agit de pratiquer une opération.

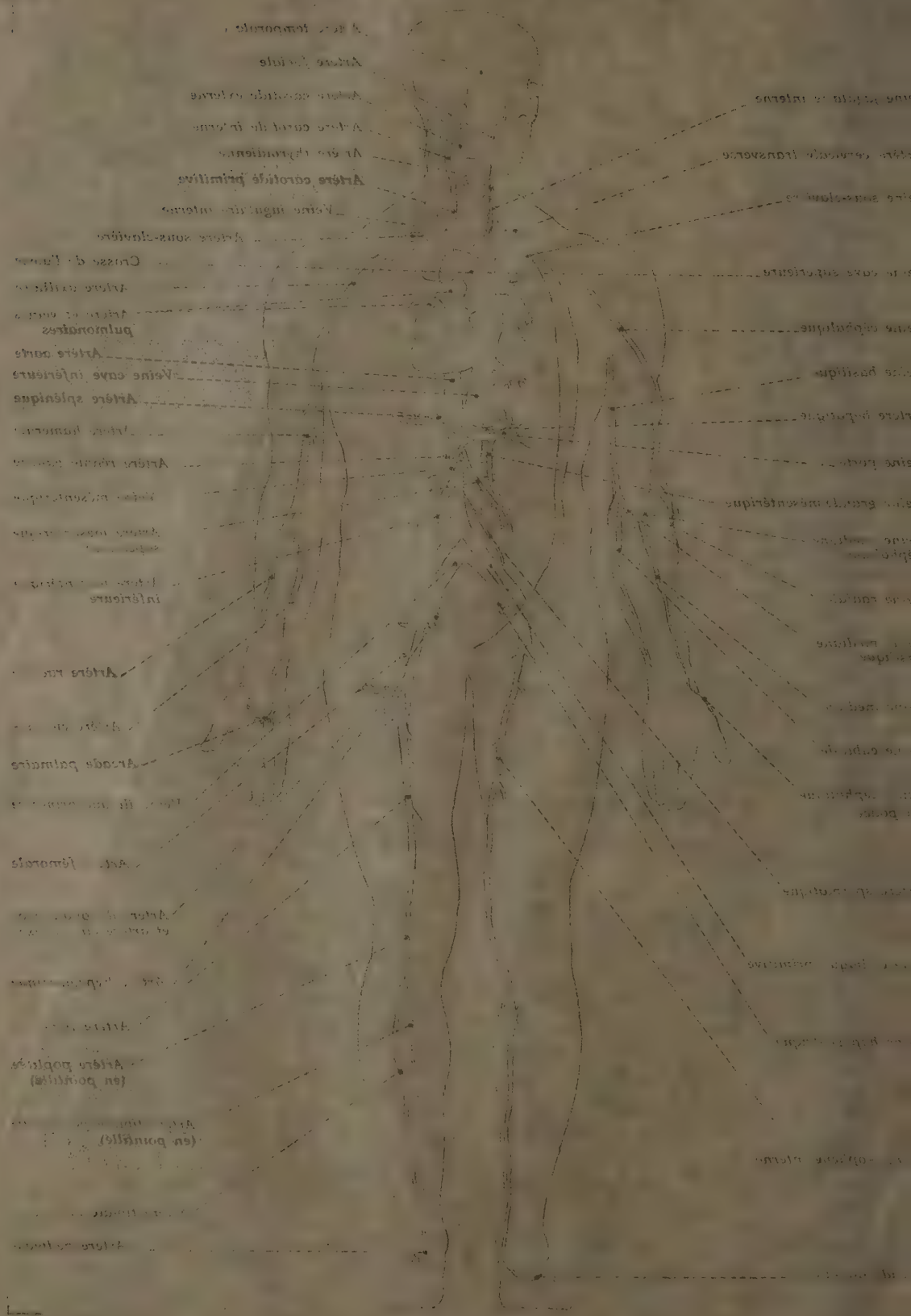
Au point de vue structural, les grosses artères sont constituées surtout par des tissus élastiques ; les artères de moyen calibre et surtout les artérioles ont une tunique musculaire importante qui se surajoute à la tunique élastique ; l'artère devient ainsi un auxiliaire du cœur, un organe de propulsion ou au contraire de restriction vasculaire. Ces variations de calibre sont, d'ailleurs, sous la dépendance des nerfs sympathiques dits *nerfs vaso-moteurs*, qui sont les agents de commandement du débit régional (Voir *Physiologie*).

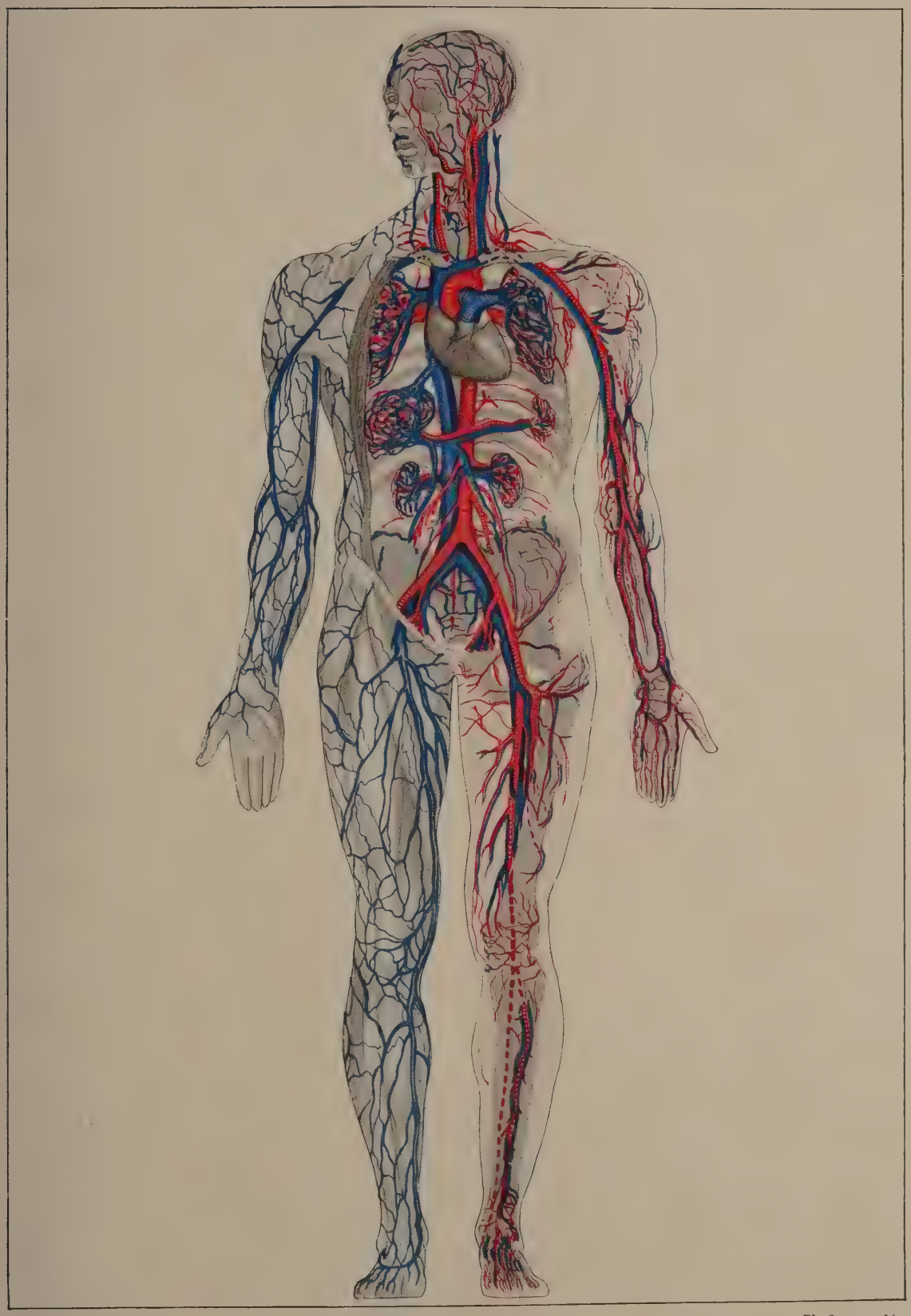
Anatomie générale du système veineux. — Entre les artères et les veines s'interposent les capillaires, établissant entre elles une transition et formant des réseaux dont chaque élément a un calibre à peu près égal à celui de l'élément voisin. Ces réseaux capillaires, variables de formes suivant chaque organe, suivant chaque tissu, sont d'autant plus riches que l'organe où on les examine possède une activité fonctionnelle plus considérable. C'est ainsi que les tendons, les aponévroses, le tissu conjonctif en général possèdent des capillaires espacés et peu nombreux; au contraire, tel organe comme le foie et, au premier rang, le poumon, possèdent un réseau capillaire d'une richesse incomparable.

Aux capillaires succèdent les veinules, puis à celles-ci des branches plus grosses, les veines proprement dites. Les veines sont plus nombreuses que les artères. Dans plusieurs des régions, en effet, et en particulier aux membres, chaque artère, sauf les troncs volumineux, est accompagnée de deux veines ; il existe même dans bien des territoires (tête, cou et membres) des veines superficielles, c'est-à-dire situées sous la peau, et des veines profondes, qui accompagnent les artères. Plus fréquemment encore que celles-ci, les veines sont reliées entre elles par des anastomoses qui constituent des voies dérivatives, des voies collatérales, des voies suppléantes. Celles-ci ont une importance considérable en mécanique circulatoire. Pour revenir au cœur, le sang a souvent à lutter, dans le système veineux, contre la pesanteur. Les anastomoses aident à ce cheminement en évitant l'encombrement, tandis qu'à l'intérieur des veines, la présence de petits replis, les *valvules*, jouent le rôle de soupapes qui se relèvent et qui s'abaissent, s'effaçant pour permettre au sang de gagner le cœur et

ENSEMBLE DE LA CIRCULATION GÉNÉRALE




Artère carotide primitive
Artère sous-clavière
Artère spléniques
Artère rénale
Arcade palmaire
Artère poplitée
(en poplité)
(Moreau, del.)



s'abaissant pour empêcher le reflux vers les capillaires. Le sang, suivant la comparaison de Verneuil, chemine dans une veine comme s'il gravissait une échelle : « Aussitôt que l'on a atteint l'échelon, on n'est pas assuré de monter plus haut, mais on est certain de ne pas redescendre. » Il en est de même du sang veineux quand il a pénétré dans un segment intervalvulaire ; il pourra bien y faire une halte longue, il pourra même ne pas pénétrer dans le segment suivant, mais à coup sûr il ne rétrogradera pas dans le segment qu'il a quitté. Lorsque les valvules sont insuffisantes, les veines du membre inférieur se laissent distendre par le poids de la colonne sanguine et c'est ainsi que se constituent les varices.

Au point de vue structural, en dehors de quelques grosses veines très riches en fibres musculaires et qui sont du type propulseur, la plupart des veines sont du type récepteur avec des parois riches en fibres élastiques.

Anatomie de la petite circulation. — Elle comprend l'artère et les veines pulmonaires.

L'*artère pulmonaire* part du ventricule droit, contourne les faces antérieure et gauche de la partie initiale de l'aorte et, au-dessous de la crosse de ce vaisseau, se divise en deux branches : l'artère pulmonaire droite et l'artère pulmonaire gauche. La droite est plus longue et atteint le poumon en passant en avant de la bronche droite, en arrière de la veine cave supérieure. La branche gauche, plus courte de 2 centimètres, passe en avant de la bronche gauche. De la bifurcation de l'artère ou de la branche gauche part un tendon fibreux, le *ligament artériel*, qui unit l'artère pulmonaire à la crosse de l'aorte. Il résulte de l'oblitération du canal qui, chez le fœtus, fait communiquer les deux vaisseaux.

Les veines pulmonaires sont au nombre de deux pour chaque poumon. Les veines droites sont un peu plus longues que les veines gauches. Elles font partie, comme les artères et les bronches, de ce que l'on nomme le pédicule pulmonaire. Placées toutes deux au-dessous de l'artère, la supérieure étant au contact de celle-ci et en avant d'elle, elles débouchent dans l'oreillette droite.

Grande circulation. — Celle-ci comprend le système de l'artère aorte et des veines caves supérieure et inférieure.

Aorte et ses branches. — L'aorte, de son origine qui correspond au ventricule gauche, jusqu'à sa terminaison au niveau de la partie inférieure de la colonne lombaire, traverse successivement la cage thoracique et l'abdomen (fig. 60) : elle est d'abord ascendante puis décrit une courbe, la *crosse aortique*, qui embrasse le pédicule pulmonaire gauche pour atteindre au delà de lui la quatrième vertèbre dorsale; de là elle descend pour gagner le diaphragme et le traverser, puis parcourt la cavité abdominale jusqu'à la quatrième vertèbre lombaire, où elle se termine en donnant trois branches terminales : l'une grêle, l'artère sacrée moyenne, et les deux autres volumineuses, les deux iliaques primitives.

L'aorte est l'origine commune de toutes les artères du corps humain, artère pulmonaire exceptée.

Dans sa portion thoracique, elle est tout d'abord située dans le péricarde et répond à la face postérieure du sternum, puis la crosse se développe, portant le vaisseau en arrière, en suivant un trajet horizontal, et là sa face postérieure donne naissance au tronc brachio-céphalique, à l'artère carotide primitive gauche et à la sous-clavière gauche. Le point culminant de cette crosse n'atteint jamais, à l'état normal, le bord supérieur du sternum ; cependant le doigt, déprimant les téguments de la base du cou sur la ligne médiane et s'enfonçant derrière cet os, peut en percevoir les battements. Chez l'adulte, la crosse aortique a un diamètre d'environ 25 millimètres. Chez le vieillard, ou dans les lésions aortiques, le diamètre augmente. L'examen radioscopique permet aujourd'hui de constater non seulement ces variations de volume, mais aussi les variations d'opacité des parois du vaisseau. C'est au

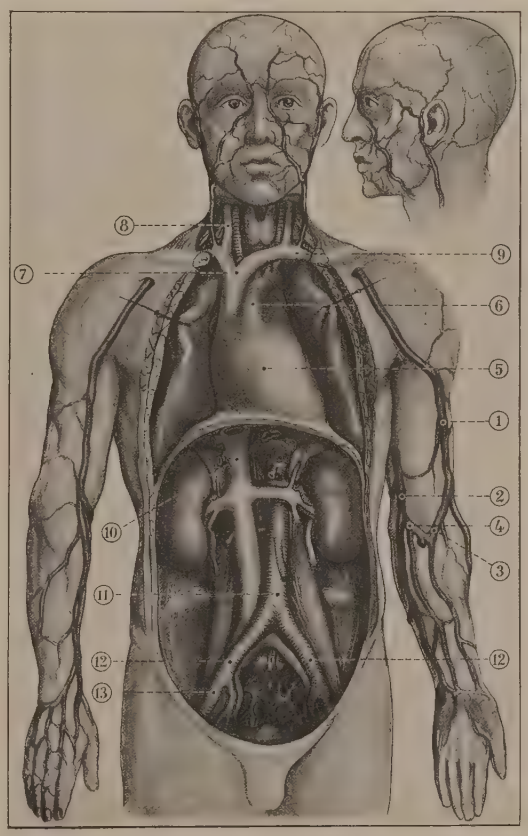


Fig. 60. — SYSTÈME ARTÉRIEL ET VEINEUX DU TRONC. AORTE ET VEINES CAVES ◪ 1. *Veine céphalique.* — 2. *Veine basilique.* — 3. *Veine médiane céphalique.* — 4. *Veine médiane basilique.* — 5. *Péricarde.* — 6. *Aorte thoracique.* — 7. *Veine cave supérieure.* — 8. *Veine jugulaire interne.* — 9. *Veine sous-clavière.* — 10. *Veine cave inférieure.* — 11. *Aorte abdominale.* — 12. 12. *Artères iliaques primitives.* — 13. *Artère iliaque externe droite.* ◪ *En haut, à droite :* La circulation veineuse de la face vue de profil. (Moreaux, del.)

niveau de la crosse aortique que siègent le plus souvent les anévrysmes. Les rapports que le vaisseau affecte ici avec la trachée et la bronche gauche nous expliquent l'ouverture possible de cet anévrysme dans les conduits aériens. De même, la présence du nerf récurrent gauche qui se trouve au contact de l'aorte et qui va innerver la corde vocale gauche nous rend compte des accès de suffocation et des paralysies qui accompagnent souvent la tumeur anévrysmale. Arrivée à la colonne vertébrale, l'aorte entre en contact avec l'œsophage qui se trouve en avant d'elle et légèrement à gauche ; latéralement, l'aorte est au contact des plèvres et des poumons.

Dans ce trajet thoracique, après avoir abandonné les artères coronaires et donné naissance aux gros troncs destinés à la tête et aux membres supérieurs, elle fournit les artères bronchiques ou artères nourricières du poumon, irrigue l'œsophage et lance, au niveau de chaque espace intercostal, à l'exception des deux ou trois premiers irrigués par une branche de la sous-clavière, des vaisseaux appelés artères intercostales aortiques destinées principalement aux espaces et aux téguments de la paroi thoracique.

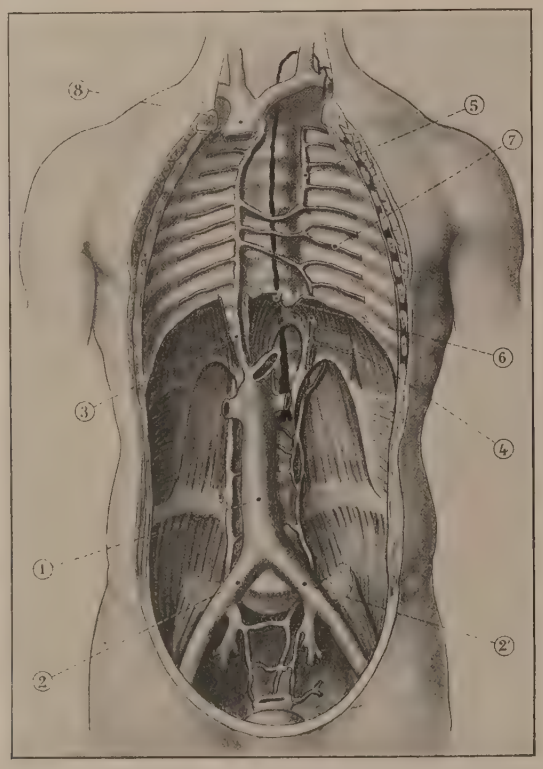


Fig. 61. — RAPPORT DES VEINES CAVES, DES VEINES AZYGOS ET DU CANAL THORACIQUE ø 1. *Veine cave inférieure, dont la partie haute a été enlevée.* — 2. 2. *Les deux veines iliaques primitives.* — 3. *Grande veine azygos.* — 4. *Hémiazygos inférieure* (en pointillé). — 5. *Hémiazygos supérieure.* — 6. *Canal thoracique.* — 7. *Veines intercostales.* — 8. *Veine cave supérieure, coupée près de son origine.* (Moreaux, del.)

Après avoir traversé le diaphragme derrière l'œsophage, l'aorte devient abdominale ; elle est située derrière le péritoine, au contact et en avant des vertèbres, à droite de la veine cave inférieure. Elle est croisée par le pancréas et la troisième portion du duodénum. Elle abandonne des artères pariétales qui sont de faible volume, les *diaphragmatiques inférieures* et les *lombaires*, et des branches viscérales beaucoup plus importantes. Celles-ci comprennent : le *tronc cœliaque* qui lui-même irrigue l'estomac, le foie, une partie du duodénum et du pancréas et la rate par ses branches : *hépatique, coronaire stomachique* et *splénique* ; les artères *mésentérique supérieure* et *mésentérique inférieure,* dont le territoire comprend tout l'intestin grêle et le gros intestin, à l'exception de la portion inférieure du rectum ; les *capsulaires moyennes* destinées aux glandes surrénales ; les *artères rénales* pour les reins, les *génitales* (*spermatique* chez l'homme pour le testicule, *utéro-ovarienne* chez la femme pour l'ovaire).

L'aorte se termine par les deux artères iliaques primitives et l'artère sacrée moyenne.

Dans les tableaux synoptiques des pages 68 et 69, le lecteur retrouvera la liste des branches principales qui proviennent de l'aorte.

Rappelons que la circulation artérielle de la tête est assurée plus spécialement par les artères carotides. L'*artère carotide interne* est l'artère du cerveau et de l'œil. L'*artère carotide externe* est l'artère principale du cou et de la face.

Le membre supérieur (fig. 62) a son irrigation assurée par l'*artère sous-clavière* à laquelle fait suite l'*axillaire* puis l'*humérale,* dont les deux branches de bifurcation *radiale* et *cubitale* se terminent au niveau de la main, constituant des arcades dont les branches terminales irriguent les téguments de la main et des doigts.

Le membre inférieur (fig. 63) est irrigué par le système des *artères iliaques.* L'*artère iliaque primitive* se bifurque en deux branches : *iliaque interne* ou hypogastrique et *iliaque externe.* L'*iliaque interne* fournit le sang aux organes du bassin, à la région fessière, au périnée et aux organes génitaux. L'*artère iliaque externe,* après avoir donné des branches pour les parois de l'abdomen, arrive à la cuisse où elle prend le nom d'*artère fémorale* : celle-ci se distribue aux muscles et aux téguments de la cuisse, puis gagne le jarret où elle prend le nom d'artère *poplitée* ; celle-ci, arrivée à la jambe, se divise en deux artères : l'artère *tibiale antérieure* destinée à la partie antérieure et externe de la jambe et au dos du pied ; l'artère *tibiale postérieure* destinée à la face postérieure de la jambe et dont les deux branches terminales, les artères *plantaires,* se disposent en arcades comme à la main pour irriguer la plante du pied.

Branches de l'aorte. — L'aorte abandonne, au cours de son trajet, des branches collatérales que l'on classe ainsi : 1° branches qui naissent de la crosse ; 2° bran-

ches qui naissent de la portion thoracique ; 3° branches qui naissent de la portion abdominale.

L'aorte se termine par l'artère sacrée moyenne et par les deux artères iliaques primitives droite et gauche.

Branches qui naissent de la crosse de l'aorte. — Après avoir fourni les coronaires, l'aorte fournit au niveau de sa crosse : 1° le tronc brachio-céphalique d'où partent les artères carotide primitive et sous-clavière du côté droit ; 2° l'artère carotide primitive gauche ; 3° l'artère sous-clavière gauche.

Les artères carotides primitives se divisent en artères carotide externe et artère carotide interne.

Branches qui naissent de la portion thoracique de l'aorte. — Les branches qui naissent de la portion thoracique de l'aorte sont peu volumineuses. Elles comprennent : 1° les artères bronchiques ; 2° les artères œsophagiennes moyennes ; 3° les artères médiastines postérieures ; 4° les artères intercostales aortiques (au nombre de neuf ou dix, destinées aux espaces intercostaux, à la plèvre, à la mamelle).

Branches qui naissent de la portion abdominale de l'aorte. — Elles comprennent : 1° les artères diaphragmatiques inférieures ; 2° les artères lombaires ; 3° le tronc cœliaque ; 4° l'artère mésentérique supérieure ; 5° les artères capsulaires moyennes (capsules surrénales) ; 6° les artères rénales ; 7° les artères génitales ; 8° l'artère mésentérique inférieure. De toutes ces artères, ce sont celles qui sont destinées aux viscères qui sont les plus importantes.

Branches terminales de l'aorte. — L'*artère sacrée moyenne*, grêle ; aboutit à la glande coccygienne. Chacune des deux artères iliaques primitives, gauche et droite, volumineuses, se divise en deux grosses branches : les artères iliaques interne et externe.

Veines de la grande circulation. — Deux gros troncs collecteurs, les veines caves, l'une supérieure, l'autre inférieure, recueillent tout le sang veineux de l'organisme, à l'exception de celui du poumon et du cœur, qui revient à celui-ci par les veines pulmonaires dont nous avons déjà parlé et les veines cardiaques. La *veine cave supérieure* est un gros vaisseau situé à la partie antérieure de la cage thoracique, un peu à droite de la ligne médiane, d'environ 6 à 8 centimètres de longueur : en arrière d'elle, on trouve la trachée et la bronche droite ; en dedans, l'aorte ; en dehors, elle déprime la plèvre et le poumon droit avec le phrénique. En avant, elle est en contact avec le bord droit du sternum et chez l'enfant avec le thymus dont l'hypertrophie peut, dans certains cas, la comprimer. Après un certain trajet, elle pénètre dans le péricarde et finalement débouche dans l'oreillette droite.

Le sang qu'elle contient lui est amené par les veines de la moitié du corps située au-dessus du diaphragme. Ces affluents comprennent les veines du membre supérieur, de la tête, du cou, du thorax et de la colonne vertébrale.

1° Veines du membre supérieur. — Les veines

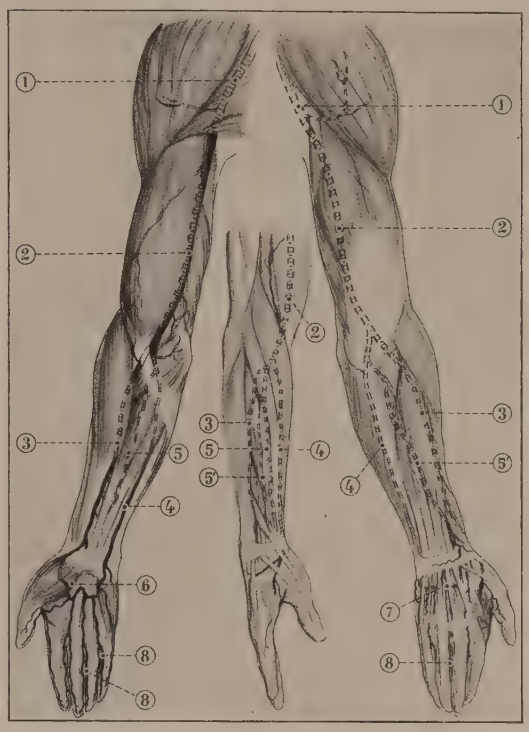


Fig. 62. — ARTÈRES DU MEMBRE SUPÉRIEUR ▰ *A gauche :* Face antérieure. ▰ *A droite :* Face postérieure. ▰ *Au milieu :* Face externe de l'avant-bras. — 1. *Artère axillaire.* — 2. *Artère humérale.* — 3. *Artère radiale.* — 4. *Artère cubitale.* — 5. *Artère interosseuse antérieure.* — 5'. *Artère interosseuse postérieure.* — 6. *Arcade palmaire superficielle.* — 7. *Arcade du dos de la main.* — 8. *Artères digitales.* (Les artères sont figurées par des lignes pointillées partout où elles sont recouvertes par des muscles.) (Moreaux, del.)

profondes suivent le trajet des artères ; c'est ainsi que nous trouvons les arcades veineuses palmaires, les veines : radiales, cubitales, humérales, axillaire, sous-clavière. Les veines superficielles très développées, mais assez variables, sont visibles sous la peau des gens maigres et musclés : elles forment sur le dos de la main un réseau souvent en forme d'arcades d'où partent les veines superficielles de l'avant-bras. Celles-ci, au niveau du pli du coude, dessinent plus ou moins souvent une sorte de M veineux, très important à connaître, car c'est le lieu d'élection pour pratiquer la saignée. De ce carrefour du pli du coude, qui communique d'ailleurs avec les parties profondes de l'avant-bras, partent les veines superficielles du bras, dont l'une, interne, porte le nom de *basilique* et l'autre, externe, celui de *céphalique* ; elles se jettent toutes deux dans la veine axillaire, à des niveaux différents, la première à la base de l'aisselle, la seconde au sommet de cette région, au-dessous de la clavicule.

2° Veines de la tête et du cou. — Celles-ci comprennent les veines de l'encéphale (cerveau, cervelet, pédoncules cérébraux, protubérance, bulbe rachidien),

ARTÈRES DE LA CROSSE DE L'AORTE

Artère carotide externe.

Branches collatérales :
Thyroïdienne supérieure.
Linguale.
Faciale.
Occipitale.
Auriculaire postérieure.
Pharyngienne inférieure.

Branches terminales :
Temporale superficielle.
Maxillaire interne.

Artère carotide interne.

Branches collatérales :
Carotico-tympanique.
Ophtalmique.

Branches terminales :
Cérébrale antérieure.
Cérébrale moyenne.
Communicante postérieure.
Choroïdienne.

Artère sous-clavière.

Branches collatérales :
Vertébrale.
Thyroïdienne inférieure.
Mammaire interne.
Intercostale supérieure.
Scapulaire supérieure.
Scapulaire postérieure.
Cervicale profonde.

Branche terminale :
Axillaire.

Artère axillaire.

Branches collatérales :
Acromio-thoracique.
Thoracique inférieure.
Scapulaire inférieure.
Circonflexe antérieure.
Circonflexe postérieure.

Branche terminale :
Humérale.

Artère humérale.

Branches collatérales :
Musculaires.
Nourricière de l'humérus.
Collatérale externe.
Collatérale interne supérieure.
Collatérale interne inférieure.

Branches terminales :
Radiale.
Cubitale.

Artère radiale.

Branches collatérales :
Récurrente radiale antérieure.
Musculaire.
Transverse antérieure du carpe.
Radio-palmaire.
Dorsale du pouce.
Dorsale du carpe.
Interosseuse du deuxième espace.
Interosseuse du premier espace.

Branches terminales :
Anastomose avec artère cubitale pour former arcade palmaire profonde.

Artère cubitale.

Branches collatérales :
Tronc des récurrentes cubitales (antérieure et postérieure).
Tronc des interosseuses (antérieure et postérieure).
Rameaux musculaires.
Cubito-dorsale.
Transverse antérieure du carpe.
Cubito-palmaire (contribue à former arcade palmaire profonde).

Branche terminale :
Anastomose avec radiale pour former arcade palmaire superficielle.

ARTÈRES DE LA PORTION ABDOMINALE DE L'AORTE

TRONC CŒLIAQUE

Il se divise en trois branches : hépatique, splénique, coronaire stomachique.

Artère hépatique.

Branches collatérales :
Pylorique.
Gastro-épiploïque droite.
Cystique.

Branches terminales :
Branches hépatiques.

Artère splénique.

Branches collatérales :
Pancréatiques.
Gastro-épiploïque gauche.
Vaisseaux courts.

Branches terminales :
Branches spléniques.

Artère coronaire stomachique.

Branches collatérales :
Épiploïques.
Œsophagiennes.
Cardiaques.
Gastriques.

Branche terminale :
Anastomose avec la pylorique.

Artère mésentérique supérieure.

Branches collatérales :
Pancréatique.
Duodénale.
Pancréatico-duodénale.
Colique droite supérieure.
Colique droite moyenne.
Colique droite inférieure.

Branche terminale :
Anastomotique.

Artères rénales.

Branches collatérales :
Capsulaire inférieure.
Musculaires.
Rameaux du bassinet et de l'uretère.
Rameaux capsulo-adipeux.

Branches terminales :
Artères rénales proprement dites.

Artères génitales.

Artère spermatique chez l'homme.
Artère ovarienne chez la femme.

Artère spermatique.

Branches collatérales :
Rameau urétral supérieur.
Rameau urétral inférieur.
Rameau rénal.
Rameau pour le cordon.

Branches terminales :
Branche épididymaire.
Branche testiculaire.

Artère ovarienne.

Branches collatérales :
Comme ci-dessus, plus artère tubaire externe.
Rameau pour ligaments larges.

Branches terminales :
Rameau pour l'ovaire.
Rameau anastomotique pour l'utérine (arcades tubaires).

Artère mésentérique inférieure.

Branches collatérales :
Artère colique gauche supérieure.
Artère colique gauche moyenne.
Artère colique gauche inférieure (tronc des sigmoïdes).

Branche terminale.
Artère hémorroïdale supérieure.

les veines de la face et les veines du cou proprement dites.

Les veines de l'encéphale se collectent dans des canaux veineux tout à fait particuliers contenus dans l'épaisseur de la méninge la plus externe, la dure-mère ; on leur donne le nom de *sinus veineux du crâne*. Au lieu d'être souples et élastiques comme les veines habituelles, les sinus sont inextensibles, dépourvus de valvules, ce qui fait que le sang peut y circuler dans l'un ou l'autre sens. Les uns, superficiels, en conséquence accessibles au chirurgien, sont en rapport avec la voûte du crâne (*sinus longitudinal supérieur, sinus latéral*) ; les autres, profonds, sont en rapport avec la base (*sinus caverneux, sinus pétreux*, etc.). Tous ces sinus contiennent le sang que leur apportent les veines cérébrales, homologues des artères du cerveau (Voir *Système nerveux central*, p. 71), et confluent vers une veine énorme qui fait suite au sinus latéral, la *veine jugulaire interne*.

Celle-ci devient donc la voie principale de retour du

ARTÈRES TERMINALES DE L'AORTE

Artère iliaque interne ou hypogastrique.

N'a pas de terminale chez l'adulte, s'épanouit en bouquet.

a. *Branches intra-pelviennes pariétales:*

Ilio-lombaire. || Sacrée latérale.

b. *Branches intra-pelviennes viscérales:*

Ombilicale. || Hémorroïdale moyenne.
Vésicale inférieure et déférentielle. || Utérine.
Hémorroïdale moyenne. || Vaginale.

c. *Branche extra-pelvienne:*

Obturateur. || Ischiatique.
Fessière. || Honteuse interne.

Artère iliaque externe.

Branches collatérales: || *Branche terminale:*
Épigastrique. || Fémorale.
Circonflexe iliaque.

Artère fémorale.

Branches collatérales: || antérieure, circonflexe postérieure, perforantes).
Sous-cutanée abdominale. || Grande anastomotique.
Honteuse externe supérieure.
Honteuse interne inférieure.
Artère du quadriceps. || *Branche terminale:*
Fémorale profonde (circonflexe || Poplitée.

Artère poplitée.

Branches collatérales: || Articulaire inférieure interne.
Jumelle interne. || Articulaire inférieure externe.
Jumelle externe.
Articulaire supérieure interne. || *Branches terminales:*
Articulaire supérieure externe. || Artère tibiale antérieure.
Articulaire moyenne. || Tronc tibio-péronier.

Artère tibiale antérieure.

Branches collatérales: || Malléolaire externe.
Récurrente tibiale antérieure. || *Branche terminale:*
Branche musculaire.
Malléolaire interne. || Pédieuse.

Tronc tibio-péronier.

Branche collatérale: || *Branche terminale:*
Artère péronière. || Artère tibiale postérieure.

Artère péronière.

Artère péronière antérieure. || Artère péronière postérieure.

Artère tibiale postérieure.

Artère plantaire externe. || Artère plantaire interne.

sang de l'encéphale. Ces sinus sont cependant reliés d'autre part à la circulation veineuse de l'orbite, et par celle-ci à celle de la face et, d'autre part, à la circulation veineuse de la colonne vertébrale, sans compter les voies anastomotiques avec les veines du cuir chevelu. Ce luxe de voies dérivatives du sang qui a baigné la partie la plus importante du système nerveux central, assure normalement un débit parfaitement réglé du sang. On conçoit la nécessité d'un semblable équilibre vasculaire dans un système aussi fragile.

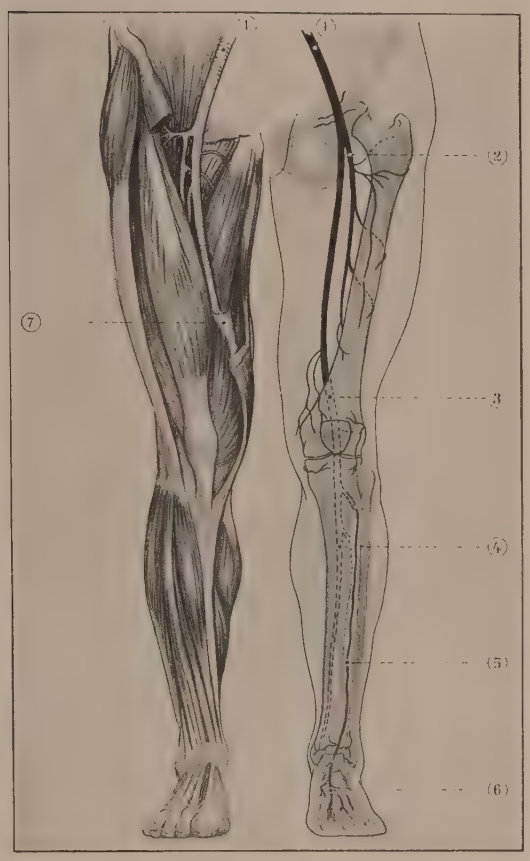


Fig. 63. — CIRCULATION ARTÉRIELLE DU MEMBRE INFÉRIEUR. 1. *Artère fémorale.* — 2. *Artère fémorale profonde.* — 3. *Artère poplitée* (cette artère et la suivante sont figurées en pointillé parce qu'elles passent derrière le tibia). — 4. *Artère tibiale postérieure.* — 5. *Artère tibiale antérieure.* — 6. *Artère pédieuse.* — 7. *Canal de Hunter.* (Moreaux, del.)

Les veines de la face se divisent en veines superficielles (veines *faciales*, veines *temporales superficielles*) et veines profondes (veines *ophtalmiques*, veines *maxillaires internes*, veines *linguales*) qui aboutissent dans les veines du cou (jugulaire interne et jugulaire externe).

Les veines du cou comprennent les veines *jugulaires antérieure, externe, interne, postérieure* ; il faut y ajouter la veine vertébrale. De toutes ces veines, c'est la jugulaire interne qui est de beaucoup le tronc le plus volumineux : elle suit le trajet de la carotide interne, de la carotide primitive, en compagnie du nerf pneumogastrique (paquet vasculo-nerveux du cou).

Les veines jugulaires et les veines sous-clavières se réunissent à la base du cou pour former un seul vaisseau, le tronc veineux brachio-céphalique. La réunion des deux troncs veineux brachio-céphaliques droit et gauche constitue la veine cave supérieure.

3° Veines du thorax (fig. 61). — Elles proviennent soit des viscères, soit des parois thoraciques. Les veines pariétales (veines *mammaires internes* et veines *intercos-*

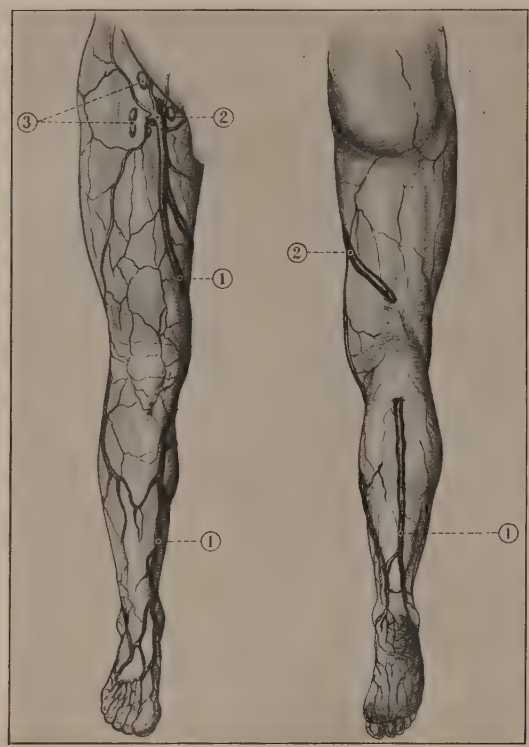


Fig. 64. — VEINES DU MEMBRE INFÉRIEUR ∅ *A gauche :* Vue des veines du membre inférieur (face antérieure). — 1. *Veine saphène interne.* — 2. *Crosse de la saphène interne.* — 3. *Ganglions de l'aine.* ∅ *A droite :* Vue postérieure. — 1. *Veine saphène externe.* — 2. *Canal collatéral de la saphène interne.* (Moreaux, del.)

tales) aboutissent dans des troncs veineux appelés *veines azygos*. L'une de celles-ci, la *grande azygos*, prend naissance dans la région lombaire droite, remonte sur le flanc droit de la colonne vertébrale et, après avoir décrit une crosse au-dessus de la bronche droite, se jette dans la veine cave supérieure. En cours de route elle a reçu non seulement les veines intercostales droites, mais encore les deux *hémiazygos*, veines qui suivent le flanc gauche de la colonne vertébrale.

Les veines du rachis prennent naissance soit dans la colonne vertébrale, soit au niveau de la moelle épinière et des tissus qui l'entourent. Elles sortent du canal vertébral par les trous de conjugaison. Devenues extra-rachidiennes, ces veines aboutissent dans le système cave supérieur et dans le système cave inférieur.

4° Système cave inférieur. — La veine cave inférieure ramène à l'oreillette droite tout le sang de la moitié sous-diaphragmatique du cœur, c'est-à-dire récolte le sang des veines des membres inférieurs du bassin et de l'abdomen. Elle naît à la partie inférieure de la colonne vertébrale au niveau de la quatrième vertèbre lombaire, de la réunion des deux veines iliaques primitives. Après avoir parcouru l'abdomen à droite de la colonne vertébrale, elle traverse le diaphragme pour aboutir au cœur. Ce vaisseau, de 25 centimètres de longueur, de 20 à 22 millimètres de diamètre, reçoit à son origine les deux veines iliaques primitives qui ont collecté le sang veineux du bassin et des membres inférieurs. Au niveau de ceux-ci la circulation veineuse est disposée comme aux membres supérieurs, c'est-à-dire qu'on y distingue des veines profondes qui sont parallèles aux artères et des veines superficielles. Ces dernières forment un réseau sous-cutané très riche dont les troncs les plus importants constituent les deux *veines saphènes externe* et *interne*. Les deux réseaux communiquent entre eux.

Les veines de l'abdomen sont, les unes pariétales, les autres viscérales. Parmi les veines pariétales, signalons les *veines lombaires* qui, d'une part, aboutissent à la veine cave inférieure et, d'autre part, à la grande veine azygos, créant ainsi une voie collatérale tendue entre la veine cave inférieure en bas et la veine cave supérieure en haut. Parmi les veines viscérales, signalons les volumineuses *veines rénales* et les *veines génitales*.

L'une des veines les plus intéressantes de l'abdomen est la *veine porte*. Ce vaisseau recueille le sang veineux des viscères abdominaux (moins le foie et les reins). Constitué par les *veines spléniques* et *mésentériques*, le tronc de la veine porte aboutit au foie, où ses branches se capillarisent à la manière des branches d'une artère. De ce réseau capillaire veineux intra-hépatique naissent de nouveaux vaisseaux qui constituent les *veines sus-hépatiques* qui vont se jeter dans la veine cave inférieure. La veine porte est une veine fonctionnelle du foie (Voir *Physiologie*).

Système lymphatique. — La lymphe qui imbibe les tissus se collecte dans des vaisseaux dits lymphatiques. Ceux-ci, munis de valvules comme les veines, conduisent la lymphe dans la direction du cœur. Le long de leur trajet s'échelonnent les ganglions lymphatiques qui reçoivent en un ou plusieurs points les vaisseaux afférents et qui laissent échapper au point opposé les vaisseaux efférents. Ces ganglions, rarement isolés, disposés en amas ou en chapelet au voisinage des grands vaisseaux, se rencontrent dans toutes les régions du corps en des endroits fixes. Arrondis, ovalaires, ils sont plus développés, en général, chez l'enfant que chez l'adulte. On connaît leur réaction sous l'influence des infections qui frappent l'organisme (tuberculose, maladies infectieuses aiguës, suppurations, cancer).

Au niveau de l'intestin, les vaisseaux lymphatiques qui recueillent la graisse provenant de la digestion, le chyle, portent le nom de *chylifères*.

Tous les lymphatiques, y compris les chylifères, aboutissent en définitive à deux canaux collecteurs : le *canal thoracique* et la *grande veine lymphatique*.

Le *canal thoracique* est le plus important des deux. Il naît dans l'abdomen au niveau de la deuxième vertèbre lombaire par une dilatation ampullaire irrégulière, la *citerne de Pecquet*. Ce canal traverse le diaphragme, parcourt le thorax et va se jeter à la base du cou dans la

veine sous-clavière gauche. Il recueille toute la lymphe, à l'exception de celle qui provient de la moitié droite des parois thoraciques, du poumon droit, du membre supérieur droit, de la moitié droite de la tête et du cou, qui aboutit à la grande veine lymphatique. Celle-ci se jette dans la veine sous-clavière droite.

CHAPITRE IV

SYSTÈME NERVEUX OU NEUROLOGIE

Le système nerveux, qui atteint chez l'homme son plus haut degré de développement, est essentiellement un appareil de perfectionnement. On peut considérer qu'il n'est pas indispensable au fonctionnement de la vie proprement dite. Il n'existe pas, en effet, chez les êtres inférieurs, mais il apparaît de plus en plus complexe au fur et à mesure que les organismes s'élèvent en hiérarchie. Préposé à la sensibilité consciente ou inconsciente et au dégagement des réactions que celle-ci met en jeu, le système nerveux joue néanmoins un rôle primordial dans les phénomènes vitaux. Il coordonne la fonction des différents organes ; il leur sert d'intermédiaire et régularise la nutrition générale de l'individu. Législateur implacable, il impose son autorité à toutes les opérations vitales, et tous les mouvements réflexes, automatiques, volontaires, aussi bien que les opérations les plus complexes de la pensée, ont comme substratum anatomique la substance nerveuse.

L'anatomie de l'appareil de l'innervation comprend : 1° la structure des éléments qui le constituent ; elle est du domaine de l'histologie ; nous ne nous en occuperons donc pas ici ; 2° la morphologie, c'est-à-dire l'aspect, la configuration des différentes parties du système ; 3° enfin le mode de groupement de ces différentes parties, ainsi que l'étude des voies de communication qui les relient les unes aux autres. Cette anatomie est dite anatomie de structure.

Envisagé au point de vue topographique, le système nerveux comprend deux sortes d'organes : 1° des organes centraux logés dans le canal vertébral et dans le crâne et constituant le *système nerveux central* ; 2° des organes périphériques situés en dehors de ce canal et constituant le *système nerveux périphérique* (fig. 65). Nous suivrons le plan topographique pour décrire l'aspect et les voies de ce système complexe.

SYSTÈME NERVEUX CENTRAL

Le système nerveux central, encore appelé névraxe, est constitué par une longue tige cylindrique, la *moelle épinière*, couronnée à son extrémité supérieure par une masse énorme, l'*encéphale*, réuni à la moelle par le *bulbe rachidien*.

L'encéphale lui-même comprend plusieurs masses ou segments : 1° le *cerveau*, qui occupe à lui seul les neuf dixièmes du crâne ; 2° le *cervelet*, portion plus petite placée en dessous et en arrière du cerveau ; 3° l'*isthme de l'encéphale*, qui établit le raccord entre le cerveau, le cervelet et le bulbe. Tous ces organes, protégés déjà par le canal et la boîte osseuse qui les renferment, sont en outre entourés de membranes molles, les *méninges*, et entourés d'un liquide transparent, le *liquide céphalo-rachidien*.

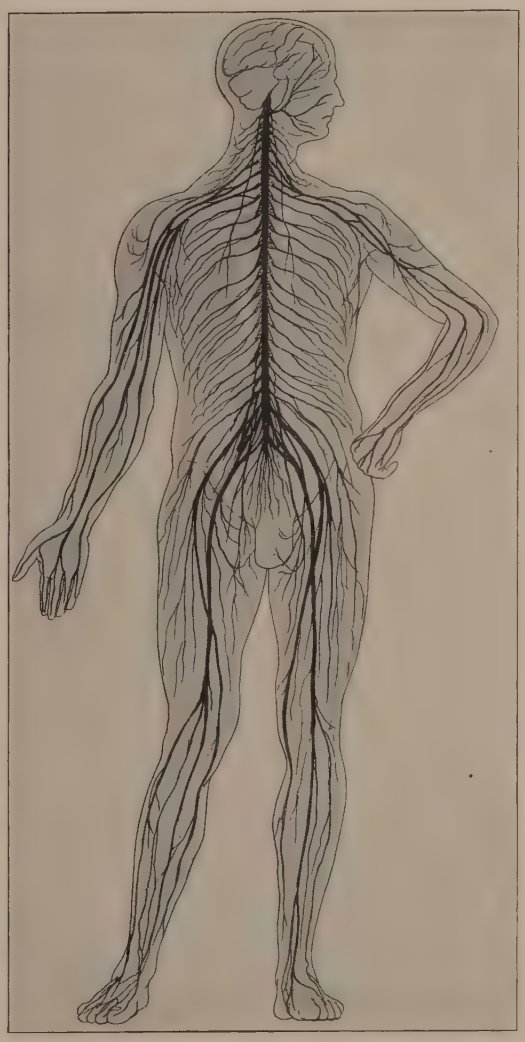


Fig. 65. — SYSTÈME NERVEUX. DISTRIBUTION GÉNÉRALE DES NERFS ▰ Cette figure, où ne sont tracés que les plus gros des troncs et filets nerveux, montre d'une part leur attache avec le système nerveux central, de l'autre l'extrême richesse et la complexité du réseau nerveux du corps. (Moreaux, del.)

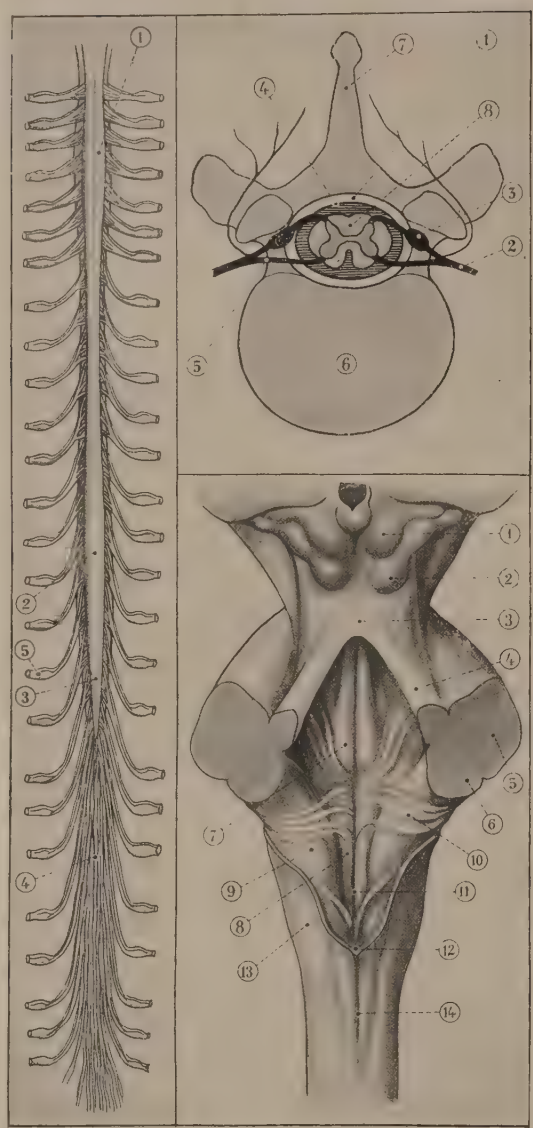


Fig. 66. — LA MOELLE ÉPINIÈRE, LE BULBE ET L'ISTHME DE L'ENCÉPHALE QUI LA CONTINUENT EN HAUT ET LA RELIENT A L'ENCÉPHALE ▫ *A gauche :* La moelle épinière supposée retirée de la colonne vertébrale avec les racines des nerfs rachidiens qui en émanent (dimensions très réduites par rapport à celles des deux autres figures). — 1. *Renflement cervical.* — 2. *Renflement lombaire.* — 3. *Cône terminal.* — 4. *Queue de cheval.* — 5. *Un ganglion rachidien.* ▫ *En haut, à droite :* Coupe de la colonne vertébrale montrant les rapports de la moelle avec les vertèbres. — 1. *Espace épidural.* — 2. *Nerf rachidien.* — 3. *Ganglion rachidien (sur la racine postérieure du nerf rachidien).* — 4. *Les méninges.* — 5. *Racine antérieure du nerf rachidien.* — 6. *Corps de la vertèbre au niveau de laquelle la coupe a passé.* — 7. *Apophyse épineuse de cette même vertèbre.* — 8. *Coupe de la moelle.* ▫ *En bas, à droite :* Vue postérieure de la région du bulbe rachidien et de l'isthme de l'encéphale. — 1. *Tubercule quadrijumeau antérieur droit.* — 2. *Tubercule quadrijumeau postérieur droit.* — 3. *Valvule de Vieussens.* — 4. *Pédoncule cérébelleux supérieur droit.* — 5. *Pédoncule cérébelleux moyen droit.* — 6. *Pédoncule cérébelleux inférieur droit.* — 7. *Eminentia teres.* — 8. *Aile blanche interne.* — 9. *Aile blanche externe.* — 10. *Stries acoustiques.* — 11. *Tige du calamus scriptorius.* — 12. *Obex.* — 13. *Corps restiforme gauche.* — 14. *Sillon médian postérieur de la moelle.* (Moreaux, del., imité de Rouvière.)

MOELLE ÉPINIÈRE

Anatomie macroscopique. — La moelle épinière, appelée ainsi depuis longtemps en raison de la grossière analogie que présentent la mollesse de sa consistance et sa situation dans un canal osseux avec celle de la moelle des os longs, est une longue tige blanche à peu près cylindrique. Elle présente cependant deux renflements, l'un supérieur (*renflement cervical*), l'autre inférieur (*renflement lombaire*), qui correspondent l'un et l'autre à l'origine des nerfs destinés aux membres supérieurs et inférieurs. Elle se termine en bas par une portion effilée, le *cône terminal*, que prolonge une partie rudimentaire, mince comme une cordelette, le *filum terminale* (fig. 66). Elle a en moyenne 45 centimètres de longueur, 28 à 30 millimètres de circonférence ; au niveau des renflements, elle est plus large. Sa consistance est molle, un peu plus ferme cependant que celle du cerveau. Son poids, de 26 à 30 grammes, est quarante-six fois moindre que celui du cerveau. C'est chez l'homme, d'ailleurs, que cette discordance volumétrique présente son plus haut degré. On observe, en effet, dans la série animale, que la moelle épinière diminue à mesure que le cerveau se développe ; ce fait est certainement en rapport avec la suprématie anatomique et fonctionnelle qu'acquiert ce dernier organe.

Rapports. — La moelle épinière est contenue au centre du canal vertébral, mais elle n'en occupe qu'une partie, le diamètre de la moelle étant beaucoup plus petit que celui du canal. L'espace ainsi réservé entre l'organe nerveux et l'os ou *espace périmédullaire* est divisé par la *dure-mère*, ou méninge externe, en deux parties : l'une, l'*espace épidural* ou *sus-dural* (fig. 66), est située entre l'os et la dure-mère ; l'autre, espace intradural ou sus-dural, contient les méninges molles, c'est-à-dire l'*arachnoïde* et la *pie-mère*. Celle-ci est accolée intimement à la moelle. Une couche de liquide, le liquide céphalo-rachidien que nous retrouverons aussi autour des centres nerveux logés dans le crâne, s'interpose dans l'espace compris entre l'arachnoïde et la pie-mère : c'est dans cet espace, que l'on *appelle intradural* ou *sous-arachnoïdien*, que l'on pratique la ponction rachidienne ou ponction lombaire, destinée à recueillir, aux fins d'analyse, une certaine quantité de liquide céphalo-rachidien. C'est encore dans cet espace que l'on introduit les substances médicamenteuses que l'on désire mettre en contact directement avec la substance nerveuse, telles, par exemple, les solutions de cocaïne par le moyen desquelles on obtient l'anesthésie dite rachidienne. Sur une coupe verticale on remarque que la moelle épinière ne descend pas au delà de la deuxième vertèbre lombaire, tandis que la dure-mère se prolonge au-dessous d'elle en un cul-de-sac qui descend jusqu'à la troisième vertèbre sacrée et est occupé par les racines des nerfs des membres inférieurs, groupement auquel on a donné le nom de *queue de cheval*. C'est souvent aussi dans ce cul-

de-sac dural que l'on pratique la ponction rachidienne, afin d'éviter à coup sûr la blessure de la moelle épinière.

Dans l'espace situé en dehors de la dure-mère, espace appelé *épidural*, cheminent, pendant un court trajet, les racines des nerfs. En utilisant le canal sacré ouvert au-dessus du coccyx (Voir *Ostéologie*), il est possible d'atteindre par des substances analgésiques ou médicamenteuses ces racines. On utilise donc dans ce but cet espace épidural, espace extra-méningé.

Lorsque l'on a ouvert le canal rachidien et sectionné la dure-mère, on aperçoit la moelle qui présente latéralement des prolongements qui s'engagent dans les trous de conjugaison situés entre les vertèbres. Ces prolongements sont les *racines des nerfs rachidiens*, au nombre de trente et une paires de chaque côté ; il en existe en effet deux pour chaque nerf, l'une *antérieure* qui remplit une fonction motrice, l'autre *postérieure* dont la fonction est sensitive.

Si, maintenant, nous enlevons la moelle après avoir sectionné les racines et que nous l'examinions sur toutes ses faces, nous constatons que la face antérieure du cylindre présente un sillon médian profond de 1 à 3 millimètres, sillon que limite une lame blanchâtre, la *commissure blanche*. De chaque côté du sillon médian se voit le *cordon antérieur*, espace que limite en dehors l'émergence des racines antérieures des nerfs rachidiens.

La face postérieure nous présente aussi un sillon médian. De chaque côté de ce sillon est disposé le *cordon postérieur*, que limite latéralement un autre sillon, le sillon collatéral postérieur, d'où émergent ou plutôt dans lequel pénètrent les racines postérieures des nerfs rachidiens. Le cordon postérieur est divisé lui-même en deux faisceaux secondaires : les *faisceaux de Goll et de Burdach*.

Les faces latérales, comprises entre l'émergence des racines antérieures et celle des racines postérieures, forment les *cordons latéraux*. La moelle épinière, comme toutes les formations du système nerveux central, est constituée ainsi par deux moitiés symétriques, l'une droite, l'autre gauche, dont chacune comprend extérieurement trois cordons : antérieur, latéral et postérieur, avec l'émergence des racines antérieures et postérieures des nerfs rachidiens répondant au côté envisagé.

Anatomie de structure (fig. 72). — Une coupe transversale de la moelle épinière montre qu'elle se compose d'une partie centrale ayant la forme de deux grosses virgules accolées l'une à l'autre, de couleur grisâtre, et d'un manteau périphérique de coloration blanche. Deux substances sont donc à étudier : la substance grise et la substance blanche. Disons dès maintenant que ces deux aspects du système nerveux, l'un gris, l'autre blanc, que l'on rencontre dans tous les centres, répondent toujours à une constitution spéciale : dans la substance grise, on trouve toujours des cellules nerveuses mélangées aux fibres nerveuses ; la substance blanche ne contient jamais de cellules.

Substance grise. — La partie centrale ou substance grise est traversée par le canal de l'épendyme, canalicule très étroit qui s'étend sur toute la hauteur de la moelle. Il aboutit à la partie supérieure à une dilatation losangique : le quatrième ventricule, que nous retrouverons plus loin, tandis qu'il se termine par un cul-de-sac peu volumineux à sa portion inférieure. Les deux croissants irréguliers de la substance grise sont semblables à deux grosses virgules dont la tête, située en avant, se nomme *corne antérieure*, la queue de la virgule ou extrémité postérieure représentant la *corne postérieure*. Les deux virgules sont reliées entre elles par la *commissure grise*. Des cornes antérieures partent les racines antérieures des nerfs rachidiens ; aux cornes postérieures aboutissent les racines postérieures. A chaque racine postérieure est appendu un ganglion, le *ganglion rachidien*. Un prolongement de la substance grise que l'on appelle la *corne latérale*, bien développée seulement à la région dorsale, est l'origine des fibres nerveuses du grand sympathique. La substance grise contient des cellules radiculaires rattachées aux racines des nerfs rachidiens et des cellules de cordon ou cellules funiculaires, dont les fibres associées relient entre eux les différents étages de la moelle.

Substance blanche. — La substance blanche, constituée exclusivement par des fibres nerveuses, forme divers cordons. Ceux-ci renferment des fibres qui naissent dans la moelle ou proviennent des ganglions rachidiens, du cervelet ou du cerveau. On distingue dans chaque moitié de la moelle les mêmes cordons que nous avons vus extérieurement : postérieurs, antérieurs et latéraux.

Fig. 67. — COUPE TRANSVERSALE DE L'ENCÉPHALE POUR MONTRER LES ESPACES SOUS-ARACHNOIDIENS INFÉRIEURS. La partie antérieure de l'encéphale est à gauche sur la figure. — 1. *Quatrième ventricule*. — 2. *Troisième ventricule*. — 3. *Lac calleux*. (Moreaux, del.)

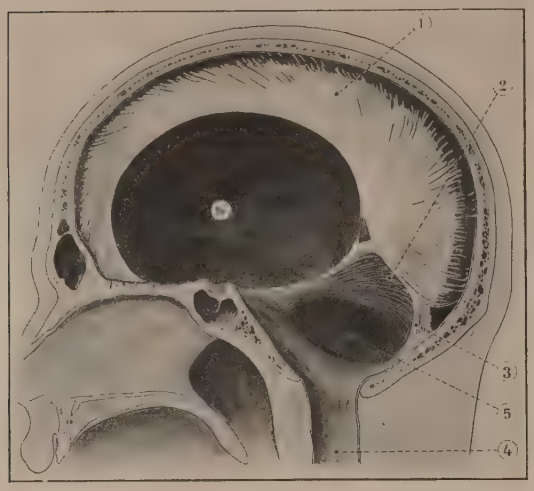


Fig. 68. — LA DURE-MÈRE ET LES DIFFÉRENTES LOGES DU CRANE. — La dure-mère, qui est la plus externe et la plus résistante des méninges, envoie dans l'intérieur du crâne des prolongements qui délimitent dans cette cavité des loges et complètent la protection de l'encéphale. — 1. *Faux du cerveau.* — 2. *Tente du cervelet.* — 3. *Faux du cervelet.* — 4. *Canal vertébral.* — 5. *Loge cérébelleuse.* — 6. *Loge cérébrale.* (Moreaux, del.)

CORDON POSTÉRIEUR. — Les cordons postérieurs contiennent deux faisceaux : l'un interne, le *faisceau de Goll*, l'autre externe, le *faisceau de Burdach*. Ces deux faisceaux sont formés par les racines postérieures des nerfs rachidiens dont les cellules extérieures à la moelle sont contenues dans les ganglions rachidiens, appendus aux racines rachidiennes. Les excitations transmises par ces fibres sont de nature sensitive. Chacune de ces fibres, en arrivant dans le cordon, se divise en deux branches, l'une descendante, courte, qui entre rapidement dans la substance grise ; l'autre ascendante, qui peut être longue, moyenne ou courte et qui, suivant sa longueur, se termine soit dans la corne postérieure et plus ou moins haut dans celle-ci, soit, si elle est très longue, dans le bulbe. Ces fibres établissent dans la moelle des voies réflexes ou portent vers le cerveau des excitations qui deviendront des sensations. Le faisceau de Goll ne contient que des fibres longues.

Ces cordons postérieurs comprennent encore des fibres dont les cellules sont contenues dans la substance grise, d'où le nom de *fibres endogènes* qu'on leur donne ou celui de *neurones d'association* parce qu'ils unissent entre eux des étages de la moelle distants les uns des autres.

CORDON ANTÉRIEUR. — Le cordon antérieur présente le faisceau pyramidal direct et des fibres du faisceau dit fondamental. Le *faisceau pyramidal direct*, situé en dehors du sillon médian antérieur, est constitué par des fibres descendantes qui naissent dans les cellules pyramidales de la zone motrice de l'écorce cérébrale (fibres motrices volontaires). Elles se terminent autour des cellules motrices des cornes antérieures après s'être entrecroisées sur la ligne médiane avec celles du côté opposé.

Nous rappelons que les fibres motrices des nerfs rachidiens naissent dans ces cellules. La voie motrice volontaire est donc essentiellement constituée par deux neurones : l'un qui vient du cerveau (premier neurone ou neurone central), l'autre qui sort du système nerveux central pour aller dans un nerf (deuxième neurone ou neurone périphérique).

CORDON LATÉRAL. — Le cordon latéral comprend plusieurs faisceaux qui sont rattachés à la fonction motrice ou à la fonction sensitive.

Le *faisceau pyramidal croisé* est situé à la partie postérieure du cordon ; il provient aussi des cellules pyramidales de la zone motrice de l'écorce cérébrale. Ces fibres, fibres motrices volontaires, s'entrecroisent au niveau du bulbe et se terminent dans la moelle autour des cellules des cornes antérieures. Elles font partie de la voie motrice.

Le *faisceau cérébelleux direct* a ses cellules d'origine dans des cellules de la substance grise de la moelle (colonne de Clarke). Il est placé en dehors du faisceau pyramidal croisé et va se terminer, après avoir traversé le bulbe, dans le vermis du cervelet. C'est un faisceau sensitif (sensibilité profonde).

Le *faisceau de Gowers* est en avant du faisceau précédent. Il est constitué par des fibres qui proviennent de la substance grise de la moelle. Ces fibres aboutissent aussi dans le cervelet. Il est également sensitif (sensibilité profonde).

Le *faisceau fondamental*, qui empiète sur le cordon antérieur, est constitué par des fibres qui proviennent des cellules funiculaires. Ces fibres, comme nous l'avons dit, associent les étages de la moelle situés à différentes hauteurs, d'où le nom de neurones d'association qu'on leur donne parfois. Elles se perdent dans la substance grise de la moelle ; d'autres aboutissent à la formation réticulée du bulbe, de la protubérance et du pédoncule. Ce faisceau, qui porte souvent le nom de *faisceau en croissant*, est encore une voie de la sensibilité.

Nous retrouverons toutes les formations que nous venons de décrire au niveau du bulbe.

Telle que nous venons de l'étudier, la moelle peut être considérée comme un double centre : centre de *réception sensitive*, puisqu'elle reçoit les racines sensitives des nerfs rachidiens, et centre de *réflexion motrice* (Voir *Physiologie*).

CIRCULATION DE LA MOELLE. — La circulation artérielle est riche. Elle est constituée par des vaisseaux appelés artères spinales antérieures, postérieures et latérales. Les branches de celles-ci forment un réseau distendu dans la pie-mère, réseau d'où partent les vaisseaux destinés aux éléments consécutifs de la moelle. La circulation est surtout abondante au niveau des renflements brachial et lombaire. Les veines de la moelle, qui ramènent le sang apporté par les artères, aboutissent à de grosses veines longitudinales qui, finalement, se jettent dans les plexus veineux rachidiens.

BULBE RACHIDIEN

Le *bulbe rachidien* ou *moelle allongée* (fig. 66) réunit la moelle épinière à l'isthme de l'encéphale et au cervelet.

Il a la forme d'un tronc de cône un peu aplati d'avant en arrière et dont la base regarde en haut. Sa limite inférieure, toute conventionnelle, est représentée par un croisement de faisceaux nerveux, visibles sur la face antérieure et que l'on connaît sous le nom de *décussation des pyramides*. Sa limite supérieure est formée par le bord de la *protubérance annulaire*, segment sus-jacent au bulbe et que l'on rattache à l'isthme de l'encéphale.

Long de 30 millimètres, large de 17, épais de 13, pesant 6 à 7 grammes, le bulbe occupe à la fois la cavité rachidienne et la cavité cranienne. Il est donc à cheval sur le trou occipital et répond plus bas aux deux premières vertèbres cervicales. Toute luxation de ces vertèbres provoque l'arrêt de la respiration et de la circulation en comprimant les centres nerveux qui commandent à ces fonctions (nœud vital de Flourens) et détermine, en conséquence, la mort subite (Voir *Physiologie*). Le bulbe est recouvert, en arrière, par le cervelet. Lorsqu'on relève celui-ci, la face postérieure du bulbe apparaît. Elle se présente évasée, dilatée par la présence de la partie inférieure d'une cavité importante, le quatrième ventricule, épanouissement du canal de l'épendyme dont nous avons parlé en étudiant la moelle.

Conformation extérieure. — La face antérieure du bulbe présente le sillon médian antérieur, interrompu en bas par la décussation des pyramides et terminé en haut par une petite dépression dite *trou borgne*. A droite et à gauche du sillon s'élèvent deux cordons blancs, les *pyramides antérieures*, que limite en dehors le *sillon préolivaire*, d'où émerge la douzième paire des nerfs craniens, nerf grand hypoglosse.

Le relief de la face postérieure est formé par les cordons postérieurs de la moelle. Mais ceux-ci s'écartent bientôt l'un de l'autre, tandis que le canal de l'épendyme, s'étalant en surface, constitue, comme nous venons de le voir, le quatrième ventricule. Les cordons postérieurs qui le limitent latéralement semblent alors se dédoubler et forment : en dedans, les *pyramides postérieures*, qui semblent continuer les faisceaux de Goll ; en dehors, les *corps restiformes* ou pédoncules inférieurs du cervelet.

Les *faces latérales* du bulbe, renflées elles aussi, présentent une petite saillie allongée de haut en bas, l'*olive bulbaire*, que limitent deux sillons : en avant, le sillon pré-olivaire ; en arrière, le sillon rétro-olivaire.

Au niveau de sa base, le bulbe est séparé de la protubérance en avant et sur les côtés par le sillon protubérantiel, dépression linéaire où nous rencontrons, au milieu, le *trou borgne*, et latéralement deux petites fossettes, la *fossette sus-olivaire* et la *fossette latérale*, d'où sortent les nerfs moteur oculaire externe, facial et auditif, nerfs des troisième, septième et huitième paires craniennes.

En arrière, la limite du bulbe, toute conventionnelle, est représentée par une ligne qui réunit l'un à l'autre les deux angles latéraux du quatrième ventricule.

La structure interne du bulbe sera étudiée plus loin.

ENCÉPHALE

La masse encéphalique, qui se divise en trois portions : cerveau, cervelet, isthme de l'encéphale, est contenue tout entière dans le crâne. Elle est séparée du squelette par les méninges craniennes, membranes identiques à celles que nous avons vues entourer la moelle épinière. Envisageons d'abord ces enveloppes.

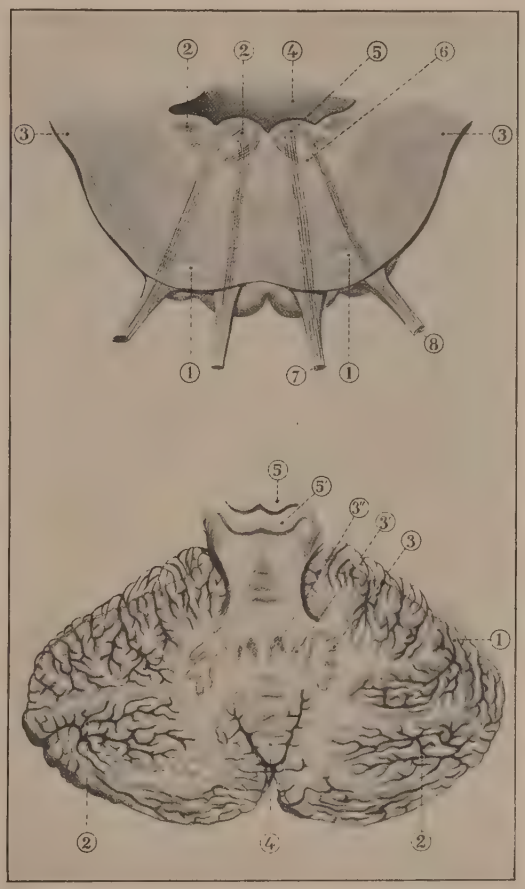


Fig. 69. — COUPES DE LA PROTUBÉRANCE ET DU CERVELET. ▪ *En haut :* Coupe de la protubérance. — 1. 1. *Fibres du faisceau pyramidal.* — 2. 2. *Noyaux d'origine des nerfs craniens bulbo-protubérantiels.* — 3. 3. *Pédoncules cérébelleux moyens.* — 4. *Cavité du quatrième ventricule.* — 7. *Fibres du nerf moteur oculaire externe avec* 5, *son noyau d'origine.* — 8. *Fibres du nerf facial avec* 6, *son noyau d'origine.* ▪ *En bas :* Coupe du cervelet. — 1. *Substance corticale.* — 2. 2. *Sillons du cervelet dessinant l'arbre de vie.* — 3. 3'. 3''. *Noyaux gris centraux du cervelet.* — 4. *Vermis.* — 5. *Tubercules quadrijumeaux antérieurs.* — 5'. *Tubercules quadrijumeaux postérieurs.* (Moreaux, del.)

MÉNINGES CRANIENNES

Les méninges craniennes comprennent, comme au niveau de la moelle, trois enveloppes régulièrement superposées qui sont, en allant de dehors en dedans, c'est-à-dire du crâne vers la substance nerveuse : *la dure-mère*, l'*arachnoïde* et la *pie-mère*. Le liquide céphalo-rachidien circule dans l'espace sous-arachnoïdien, espace compris entre l'arachnoïde et la pie-mère.

Dure-mère. — De coloration blanc bleuâtre, la dure-mère (*dura mater*) mérite bien son nom ; en effet, elle est solide et résistante. A l'inverse de la dure-mère rachidienne, elle s'applique directement contre le squelette. En certains points, comme à la base du crâne, elle est particulièrement adhérente.

Dans l'enfance, elle joue le rôle du périoste, c'est-à-dire qu'elle préside à l'ossification de la face interne du crâne; elle conserve cette remarquable propriété ossificatrice pendant la croissance. Elle est donc capable de combler par du tissu osseux nouveau une perte de substance, telle que peut l'être, par exemple, un orifice de trépanation.

De sa surface interne partent un certain nombre de cloisons ou de prolongements qui complètent l'appareil de protection que les os et elle-même constituent à l'encéphale (fig. 68). C'est ainsi qu'à sa partie postérieure la dure-mère donne naissance à la *tente du cervelet*. Celle-ci forme une toiture transversale, à deux versants, qui compartimente la cavité cranienne en deux loges inégales : l'une inférieure, petite, donne asile au cervelet et à l'isthme, c'est la *loge cérébelleuse* ; l'autre supérieure, très grande, contient le cerveau, c'est la *loge cérébrale*. Cette dernière est encore à demi cloisonnée par un prolongement de la dure-mère en forme de croissant allongé d'avant en arrière, qui s'insinue entre les deux hémisphères du cerveau et que l'on appelle la *faux du cerveau*. Un troisième prolongement, miniature du prolongement précédent, mais disposé verticalement, se glisse entre les deux hémisphères cérébelleux, c'est la *faux du cervelet*. Enfin, à la base du crâne, des replis de la dure-mère forment des diverticules ou logettes, qui isolent et protègent de petits organes tels que l'hypophyse ou glande pituitaire, nichée dans la selle turcique (Voir *Ostéologie*), tel encore le ganglion de Gasser, annexé au nerf trijumeau. Tous ces replis, tentes et faux, isolent les différents segments de l'encéphale et leur assurent sinon une fixité tout à fait complète, tout au moins une immobilisation suffisante pour que les centres nerveux ne souffrent pas des multiples déplacements de notre corps ni des mouvements que nous imprimons à notre tête.

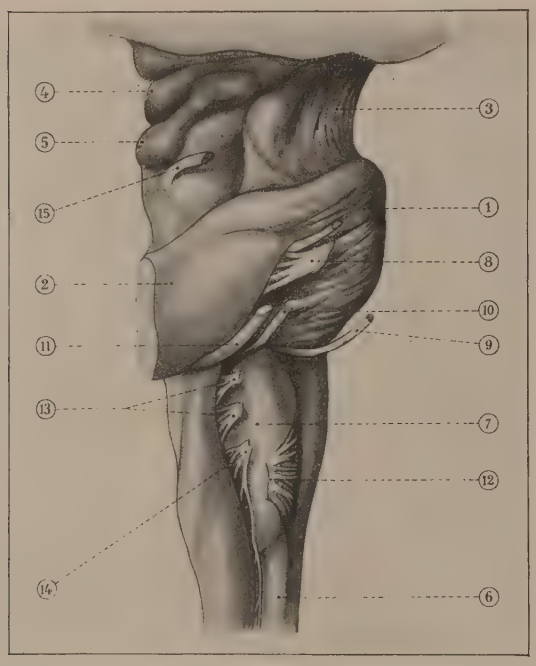


Fig. 70. — VUE LATÉRALE DU BULBE ET DE L'ISTHME DE L'ENCÉPHALE ø 1. *Protubérance annulaire.* — 2. *Pédoncule cérébelleux moyen.* — 3. *Pédoncule cérébral.* — 4. *Tubercule quadrijumeau antérieur.* — 5. *Tubercule quadrijumeau postérieur.* — 6. *Bulbe.* — 7. *Olive bulbaire.* — 8. *Nerf trijumeau.* — 9. *Nerf moteur oculaire externe.* — 10. *Nerf facial.* — 11. *Nerf auditif.* — 12. *Nerf hypoglosse.* — 13. *Nerf pneumogastrique.* — 14. *Nerf spinal.* — 15. *Nerf pathétique.* (Moreaux, del., imité de Rouvière.)

La dure-mère cranienne est irriguée par des artères dont la principale, l'*artère méningée moyenne*, placée dans la région de la tempe, est fréquemment exposée à des déchirures dans les fractures de la voûte du crâne. Son hémorragie s'épanche le plus souvent entre l'os et la dure-mère, dans l'espace décollable où la dure-mère adhère peu à l'os. Le sang produit alors en cette région un caillot volumineux en forme de galette qui augmente lentement mais arrive à comprimer plus ou moins rapidement l'hémisphère cérébral correspondant, provoquant des troubles graves qui imposent d'urgence la trépanation.

La dure-mère cranienne présente encore une particularité intéressante : elle loge dans l'intérieur de sa trame de gros canaux veineux appelés *sinus*, dont le rôle est de collecter le sang veineux de l'encéphale puis de le déverser dans les veines extracraniennes et en particulier dans la veine jugulaire interne. A l'ouverture du crâne, on voit que ces vaisseaux de drainage ont des parois rigides et occupent soit la voûte, soit la base, et qu'ils confluent les uns au tiers antérieur de la base du crâne au niveau du sinus caverneux, les autres à la partie postérieure de la voûte en un confluent appelé depuis fort longtemps le *pressoir d'Hérophile*, lequel se continue par un énorme sinus, le *sinus latéral*, qui aboutit finalement à la veine jugulaire interne. En cours de route, il reçoit des voies d'embranchement ou de dérivation qui le relient au sinus caverneux. Cette grosse veine jugulaire interne constitue donc la voie d'écoulement principal du sang veineux intracranien. Son oblitération (thrombo-phlébite) entraîne, on le conçoit, des troubles graves dans la circulation cérébrale.

Méninges molles, pie-mère et arachnoïde. — La pie-mère est une membrane mince, fragile, tendre (d'où son nom, *pia mater*), qui se modèle régulièrement sur tous les accidents que présente la surface encéphalique. Membrane vasculaire, nourricière, elle contient dans son épaisseur les petits vaisseaux infiniment nombreux et ramifiés destinés à l'encéphale et qui s'y attardent avant de pénétrer dans la substance nerveuse. En certains points, elle s'insinue entre les formations encéphaliques pour former ce que l'on appelle les *toiles choroïdiennes* et les *plexus choroïdes*. Ces formations vasculaires sont au contact des cavités appelées *ventricules* que l'on rencontre dans l'intérieur de l'encéphale. Elles jouent un rôle important dans la sécrétion du liquide céphalo-rachidien. Nous les retrouverons plus loin.

Entre la pie-mère et l'arachnoïde, membrane mince formée de deux feuilles accolées l'une à l'autre, existe un large espace appelé sous-arachnoïdien (fig. 67) qui contient, comme celui que nous avons déjà vu au niveau de la moelle épinière, le liquide *céphalo-rachidien*. Cet espace, cloisonné par des cordages fragiles et des cloisons très minces et incomplètes en un nombre considérable d'espaces secondaires communiquant tous les uns avec les autres, constitue le grand réservoir du liquide qui baigne les centres nerveux. Les espaces les plus larges sont décrits sous le nom de *lacs* : *lac sylvien, lac calleux, lac central, lac cérébelleux, lac bulbo-spinal*. Les plus petits prennent les noms de *flumina* (fleuves), de *rivi* (rivières), de *rivuli* (ruisseaux). Ces espaces péri-encéphaliques, sièges des lésions qui caractérisent les méningites, communiquent d'une part avec les espaces sous-arachnoïdiens de la moelle et d'autre part avec les cavités ventriculaires de l'encéphale. Ce réservoir gigantesque est d'autre part en relation avec les vaisseaux lymphatiques des fosses nasales et de leurs annexes, avec ceux des oreilles, etc., et l'on conçoit qu'une inflammation grave développée dans ces cavités puisse provoquer son inflammation et déterminer ainsi des méningites secondaires.

Le *liquide céphalo-rachidien*, clair et transparent comme de l'eau de roche, très légèrement alcalin et salé, est en quantité assez variable et subit des variations suivant l'état normal ou l'état pathologique. Actuellement, grâce à la ponction rachidienne qui permet d'en retirer une certaine quantité, il donne au médecin des renseignements précieux sur l'état du système nerveux qu'il baigne complètement (recherches des microbes, des globules sanguins et des cellules anormales, dosage de l'albumine, réaction syphilitique, etc.).

LOGE CÉRÉBELLEUSE, CERVELET, ISTHME DE L'ENCÉPHALE

Le cervelet et l'isthme de l'encéphale sont logés dans la loge cérébelleuse. Celle-ci, située, comme nous l'avons vu, en arrière et au-dessous de la loge cérébrale,

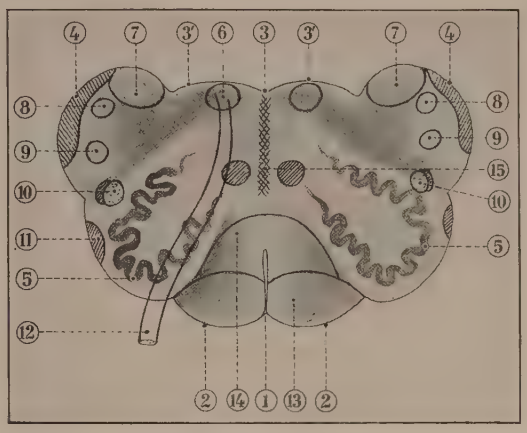


Fig. 71. — COUPE DU BULBE PASSANT PAR LES OLIVES ⌀ 1. *Sillon médian antérieur.* — 2. 2. *Pyramides.* — 3. *Sillon médian postérieur.* — 3'. 3'. *Plancher du IVe ventricule.* — 4. 4. *Corps restiformes.* — 5. 5. *Olives bulbaires.* — 6. *Noyau de l'hypoglosse (aile blanche interne).* — 7. 7. *Substance grise représentant la base des cornes postérieures.* — 8. 8. *Noyau de Goll.* — 9. 9. *Noyau de Burdach.* — 10. 10. *Racine sensitive du nerf trijumeau.* — 11. *Faisceau de Gowers.* — 12. *Nerf grand hypoglosse.* — 13. *Faisceau pyramidal.* — 14. *Ruban de Reil.* — 15. *Substance réticulaire.* (Moreaux, del.)

a la forme d'un ovale ou mieux d'une lentille, limitée : 1° en haut, par la tente du cervelet ; 2° en bas et en arrière, par les fosses occipitales inférieures qui appartiennent à l'os occipital ; 3° en avant, par la face postérieure des deux rochers et par la gouttière basilaire de l'occipital. Cette loge communique largement en haut avec la loge cérébrale et en bas avec le canal rachidien au niveau du trou occipital.

CERVELET. ⌀ ⌀ Le cervelet, comme la loge qui le contient, a la forme d'une lentille biconvexe. Son aspect est très spécial : sa surface est, en effet, constituée par une série de lames minces serrées les unes contre les autres, d'aspect grisâtre, et que séparent des sillons plus ou moins profonds. Il pèse environ 140 grammes chez l'adulte. A la coupe, la surface cérébelleuse dessine la silhouette des arbres dépouillés de leurs feuilles, troncs et rameaux se détachant en sombre sur une surface claire, d'où le nom d' « arbre de vie » que les anciens anatomistes avaient donné à cet aspect.

La face supérieure de la lentille se renfle en son milieu en une saillie longitudinale que l'on a comparée à un ver, le *vermis supérieur* ou lobe médian. De chaque côté de lui, se trouve la face supérieure des deux *lobes cérébelleux latéraux*.

La face inférieure est creusée d'un sillon profond et large, la *grande scissure médiane* du cervelet. Au fond de celle-ci s'allonge une saillie longitudinale, le *vermis inférieur*, qui fait corps profondément avec le supérieur. De chaque côté de la scissure médiane s'étale la face inférieure des hémisphères cérébelleux latéraux. Le vermis inférieur émet deux prolongements transversaux qui plongent dans chacun des deux hémisphères ;

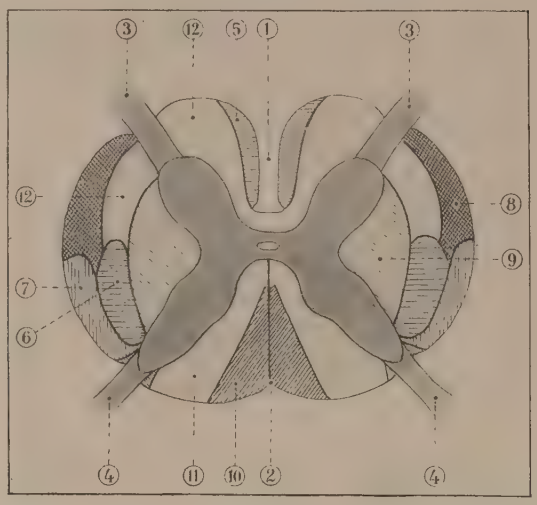


Fig. 72. — COUPE DE LA MOELLE ÉPINIÈRE ⌀ 1. *Sillon médian antérieur.* — 2. *Sillon médian postérieur.* — 3. 3. *Racines antérieures.* — 4. 4. *Racines postérieures.* — 5. *Faisceau pyramidal antérieur.* — 6. *Faisceau pyramidal croisé.* — 7. *Faisceau cérébelleux direct.* — 8. *Faisceau de Gowers.* — 9. *Faisceau latéral profond.* — 10. *Faisceau de Goll.* — 11. *Faisceau de Burdach.* — 12. *Faisceau restant du cordon latéral.* (Moreaux, del.)

l'ensemble constitue une sorte de croix, l'*éminence cruciale de Malacarne*. La partie tout antérieure du vermis flotte dans la cavité du quatrième ventricule ; sa ressemblance avec le prolongement médian du voile du palais lui a fait donner le nom de luette.

La circonférence présente une échancrure postérieure petite et une antérieure beaucoup plus large. Celle-ci enchâsse la protubérance et la partie supérieure du bulbe rachidien. Latéralement, elle est en rapport avec le rocher, c'est-à-dire avec l'os qui contient les cavités de l'oreille, rapport qui explique la fréquence relative des abcès du cervelet dans les otites graves.

A l'inverse du cerveau, la segmentation périphérique du cervelet en lobules que séparent les sillons n'a pas grande importance. Les localisations fonctionnelles dans le cervelet, organe qui semble présider particulièrement à la coordination des mouvements, ne sont pas encore assez parfaitement connues pour que l'on puisse établir la situation précise, si tant est qu'elle existe, des centres coordonnant les mouvements de telle ou telle partie du corps.

Le cervelet est relié à l'encéphale et à la moelle par des pédoncules qui sont au nombre de six, trois de chaque côté, et qui, d'après leur direction, se distinguent en inférieurs, moyens et supérieurs.

Les *pédoncules cérébelleux inférieurs* ou corps restiformes mettent le cervelet en relation avec la moelle épinière.

Les *pédoncules cérébelleux moyens* raccordent le cervelet aux parties latérales de la protubérance. Ils mettent en relation le cervelet avec la substance grise de cet organe agglomérée en noyaux (noyaux du pont) et par l'intermédiaire de ceux-ci avec l'écorce cérébrale. Nous en reparlerons en étudiant les voies motrices.

Les *pédoncules cérébelleux* supérieurs gagnent les pédoncules cérébraux et mettent le cervelet en relation avec ces organes et avec le cerveau.

ISTHME DE L'ENCÉPHALE. ⌀ ⌀ L'isthme de l'encéphale comprend, outre les pédoncules cérébelleux dont nous venons de parler : 1° la protubérance annulaire ; 2° les tubercules quadrijumeaux ; 3° les pédoncules cérébraux. La partie supérieure du bulbe rachidien s'y rattache également avec 4° le quatrième ventricule.

PROTUBÉRANCE ANNULAIRE. — C'est une éminence en forme de pont (on l'appelle aussi pont de Varole) qui surmonte le bulbe, recouvre par sa partie profonde ou postérieure les pédoncules cérébraux et se rattache directement au cervelet par les pédoncules cérébelleux moyens (fig. 70).

Sa face antérieure, convexe, repose sur la gouttière basilaire de l'os occipital : elle est creusée en son milieu d'un sillon que parcourt un gros vaisseau, le tronc basilaire, formé par la réunion des deux artères vertébrales. Latéralement, la protubérance se renfle en une saillie, le bourrelet pyramidal. Au delà de celui-ci émergent les deux racines du nerf trijumeau, ou cinquième paire cranienne, dont la plus volumineuse est sensitive et la plus petite motrice. Disons ici que ces deux racines qui naissent à l'angle de réunion du pont de Varole et du cervelet (angle ponto-cérébelleux) gagnent la partie supérieure du sommet du rocher où se trouve placé un ganglion, appelé ganglion de Gasser, qui est l'origine des fibres de la grosse racine. A partir de celui-ci, le nerf trijumeau se divise en trois branches que nous étudierons plus loin : le nerf ophtalmique, le nerf maxillaire inférieur, le nerf maxillaire supérieur. Chargé de donner aux téguments de la face leur sensibilité, le nerf trijumeau est fort souvent le siège de névralgies intolérables. Aussi dans ces dernières années a-t-on préconisé et réalisé avec succès la section de la racine sensitive avant son entrée dans le ganglion de Gasser, c'est-à-dire presque au contact de la protubérance.

La face postérieure de la protubérance fait partie du plancher du quatrième ventricule dont nous parlons plus loin. En bas, la protubérance se continue avec le bulbe, tandis qu'en haut les pédoncules cérébraux semblent se dégager d'elle.

TUBERCULES QUADRIJUMEAUX. — Les tubercules quadrijumeaux (fig. 66) forment quatre saillies mamelonnées, situées à la partie postéro-supérieure des pédoncules cérébraux et de la protubérance annulaire. Ils se divisent en tubercules antérieurs et tubercules postérieurs. Un sillon transversal les sépare, de même qu'un sillon antéro-postérieur isole les saillies droites des saillies gauches ; les deux sillons dessinent une croix ; on donne à l'ensemble le nom de *sillon cruciforme*. Sa partie antérieure présente une dépression, le lit de la *glande*

pinéale, dans laquelle se couche en effet cet organe encore énigmatique appelé également *épiphyse*.

Les tubercules quadrijumeaux se prolongent en dehors par des cordons, les bras conjonctivaux, qui se terminent dans d'autres formations nerveuses, les coprs genouillés. Nous verrons plus loin que les tubercules quadrijumeaux antérieurs et leurs prolongements se rattachent à la fonction visuelle, tandis que les postérieurs sont spécialement destinés au sens de l'ouïe.

Pédoncules cérébraux. — Les pédoncules cérébraux sont situés à la partie supérieure de l'isthme et s'étendent de celui-ci aux hémisphères cérébraux. Ils forment deux faisceaux arrondis, larges et courts, divergeant de bas en haut, rappelant la forme des cuisses (*crura cerebri*) et étendus de la protubérance à la face inférieure des hémisphères cérébraux dans lesquels ils disparaissent. Leur face inférieure est embrassée par la courbe de deux cordons nerveux appelés les bandelettes optiques.

Du côté interne de cette face s'échappe la troisième paire nerveuse cranienne, le nerf moteur oculaire commun. Dans l'espace interpédonculaire, c'est-à-dire dans l'écartement des pédoncules cérébraux, on aperçoit, à la base des hémisphères cérébraux, une série de formations dont nous reparlerons : l'espace perforé postérieur, les tubercules mamillaires, le tuber cinereum et la tige pituitaire.

La face supérieure des pédoncules sert de base aux tubercules quadrijumeaux. Elle n'est donc pas visible extérieurement.

La face externe est striée par un ruban en relief, le faisceau latéral de l'isthme ou partie externe du ruban de Reil, formé par un ensemble de fibres sensitives. Enfin, elle est recouverte en partie, comme la face inférieure d'ailleurs, par une circonvolution qui appartient à la face inférieure du cerveau, la circonvolution de l'hippocampe.

Quatrième ventricule. — Entre le bulbe et la protubérance en avant et le cervelet en arrière se trouve une cavité losangique, aplatie d'avant en arrière que nous avons déjà signalée, et que l'on appelle le quatrième ventricule. Celui-ci, épanouissement du canal de l'épendyme, se continue en haut avec un nouveau canal étroit, l'aqueduc de Sylvius, qui le réunit à une cavité située dans le cerveau, le troisième ventricule (Voir *Cerveau*, p. 81).

Le quatrième ventricule présente un plafond et un plancher. Le plafond, recouvert par le cervelet, est formé en haut par les pédoncules cérébelleux supérieurs unis entre eux par une membrane nerveuse, la valvule de Vieussens, et en bas par une membrane mince, la *membrana tectoria*, voile que renforcent quelques vestiges embryonnaires, la *valvule de Tarin*, l'*obex* ou verrou, la *ligula*. Sur ce toit ou plafond s'étale une lame vasculaire, fragile, mince, dépendant de la pie-mère, la toile choroïdienne inférieure, avec ses plexus choroïdes.

Le plancher a la forme d'un losange cerné en haut par les deux pédoncules cérébelleux supérieurs, en bas par les deux corps restiformes. Un sillon médian, mince et muni de stries latérales à sa partie inférieure, stries latérales qui lui ont fait donner le nom de *calamus scriptorius* (roseau à écrire), le divise en deux moitiés. De chaque côté de ce sillon, s'étalent des zones d'aspect différent (fig. 66). On aperçoit d'abord en dedans l'aile blanche interne qui répond en profondeur au noyau du nerf grand hypoglosse ; puis les stries acoustiques sillonnant le plancher en dehors ; enfin, plus haut, l'*eminentia teres*, qui répond au noyau du nerf moteur oculaire externe. Latéralement se dessinent : l'aile grise sus-jacente aux noyaux des nerfs vague, spinal et glosso-pharyngien et l'aile blanche externe qui répond au noyau du nerf auditif. En dehors de l'*eminentia teres*, dans le triangle supérieur, le tubercule acoustique forme une petite saillie mamelonnée au-dessus de laquelle s'étale une tache bleuâtre, le *locus cœruleus*.

Le quatrième ventricule est relié aux ventricules supérieurs par l'aqueduc de Sylvius et aux espaces sous-arachnoïdiens, périmédullaires et péricérébraux par un orifice, le *trou de Magendie :* il y a donc là communication entre le liquide céphalo-rachidien intracérébral et le liquide péricérébral.

Structure du tronc cérébral (fig. 69, 71, 73). — Cervelet et isthme de l'encéphale forment, au point de vue structural, le tronc cérébral. Comme pour la moelle épinière, la structure ne peut être étudiée que sur des coupes.

Nous l'étudierons aux différents stages au niveau du bulbe, de la protubérance, du pédoncule cérébral et du cervelet.

Au niveau du bulbe. — Une coupe transversale passant par la partie inférieure du bulbe nous montre les plus grandes ressemblances avec la moelle épinière. Une coupe transversale à la partie supérieure nous permet de constater qu'il est impossible au premier abord de reconnaître dans celle-ci les éléments de la première.

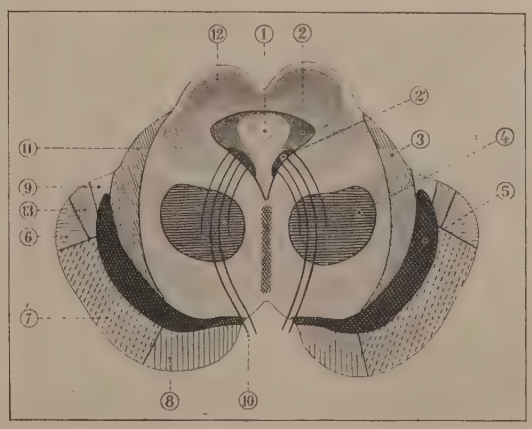


Fig. 73. — COUPE DU PÉDONCULE ø 1. *Aqueduc de Sylvius.* — 2. *Substance grise de l'aqueduc.* — 2'. *Noyau d'origine du nerf moteur oculaire commun.* — 3. *Ruban de Reil.* — 4. *Noyau rouge.* — 5. *Locus niger.* — 6. *Faisceau cortico-protubérantiel postérieur.* — 7. *Faisceau pyramidal.* — 8. *Faisceau géniculé.* — 9. *Ruban du pied.* — 10. *Fibres du moteur oculaire commun.* — 11. *Calotte.* — 12. *Tubercule quadrijumeau.* — 13. *Pied du pédoncule.* (Moreaux, del.)

Fig. 74. — SCISSURES ET CIRCONVOLUTIONS DE LA FACE EXTERNE D'UN HÉMISPHÈRE CÉRÉBRAL (HÉMISPHÈRE GAUCHE) ■ La partie antérieure est à gauche sur la figure. — 1. *Scissure de Rolando.* — 2. *Scissure de Sylvius.* — 3. *Première circonvolution frontale.* — 4. *Deuxième circonvolution frontale.* — 5. *Troisième circonvolution frontale.* — 6. *Circonvolution frontale ascendante.* — 7. *Circonvolution pariétale ascendante.* — 8. *Première circonvolution temporale.* — 9. *Deuxième circonvolution temporale.* — 10. *Troisième circonvolution temporale.* — 11. *Première circonvolution occipitale.* — 12. *Deuxième circonvolution occipitale.* — 13. *Troisième circonvolution occipitale.* — 14. *Première circonvolution pariétale.* — 15. *Deuxième circonvolution pariétale.* (Moreaux, del.)

C'est qu'en effet la substance grise de la moelle subit dans le bulbe des changements importants et qu'il s'ajoute des formations nouvelles, spéciales au bulbe.

Les conditions anatomiques qui bouleversent la substance grise de la moelle sont au nombre de quatre :

a. *L'entrecroisement moteur.* — Les faisceaux pyramidaux croisés qui descendent du cerveau gagnent au bulbe la ligne médiane, s'entrecroisent et traversent ainsi les cornes antérieures qu'ils décapitent (fig. 79).

b. *L'entrecroisement sensitif.* — La corne postérieure est aussi décapitée par la voie sensitive contenue dans les cordons postérieurs. De cette double décapitation, il résulte que la substance grise se réduit ici à quatre tronçons ou colonnes qui représentent les bases et les têtes des deux cornes (fig. 80).

c. *L'apparition du quatrième ventricule.* — L'élargissement du canal de l'épendyme et le renversement en dehors de la paroi postérieure de ce canal déterminent une large cavité losangique, le quatrième ventricule, que nous venons de décrire.

d. *L'apparition des fibres arciformes.* — Des fibres obliques, en traversant le bulbe, fractionnent les colonnes grises qui représentent les cornes de la moelle : les tronçons gris qui en résultent constituent les noyaux d'origine ou de terminaison des nerfs bulbo-protubérantiels. Examinons donc une coupe du bulbe faite à la partie supérieure (fig. 71).

Sur cette coupe, nous apercevons en avant, constituant les pyramides antérieures, le faisceau pyramidal. En dehors des pyramides apparaît l'olive bulbaire, flanquée des parolives. En arrière et en dehors, la coupe des corps restiformes et, tout à fait en arrière, le plancher du quatrième ventricule où une lame de substance grise forme l'origine des nerfs craniens.

Les noyaux moteurs de ces nerfs s'étagent : vus dans le sens de la hauteur, ils forment deux colonnes proches de la ligne médiane, l'une externe et l'autre interne. Les noyaux des nerfs sensitifs, étagés eux aussi, sont plus en dehors. Le plus long de ces noyaux est celui du nerf trijumeau. Les noyaux du nerf acoustique ont aussi une disposition très complexe ; ce nerf comprend en effet deux branches : l'une, la *branche cochléaire*, destinée à l'audition proprement dite, se termine dans deux noyaux qui donnent naissance à des fibres transversales, le *corps trapézoïde*, qui voisinera, plus tard, avec la voie sensitive pour gagner le cerveau ; l'autre, la *branche vestibulaire*, destinée aux organes de l'orientation, vient des canaux semi-circulaires (Voir *Organes de l'ouïe*, p. 103) et se termine dans plusieurs noyaux (noyaux de Deiters, de Betcherew), reliésau cervelet (Voir *Voies cérébelleuses*, p. 91).

Tout le reste du bulbe est occupé par la substance réticulée où cheminent les voies de la sensibilité générale consciente ou inconsciente.

Au niveau de la protubérance. — Une coupe transversale montre que la protubérance est formée de fibres transversales qui aboutissent latéralement au cervelet et qui englobent en avant le faisceau pyramidal et en arrière de celui-ci le faisceau sensitif ou ruban de Reil. Nous retrouvons en arrière les noyaux d'origine des nerfs craniens et la substance réticulée. Enfin, parsemés entre les fibres transversales de l'étage antérieur, nous apercevons des îlots de substance grise, les *noyaux du pont*, que des fibres relient à l'écorce cérébrale, tandis que d'autres les rattachent au cervelet.

Au niveau des pédoncules cérébraux. — Sur une coupe transversale (fig. 73), on constate à la partie moyenne du pédoncule une traînée noirâtre, formée par des cellules nerveuses, le *locus niger* de Sœmmering. En forme de croissant, il divise le pédoncule en deux parties : un étage inférieur ou *pied*, un étage supérieur ou *calotte*. Nous retrouvons dans le pied la voie pyramidale ou motrice et les fibres qui vont du cerveau à la protubérance et que l'on appelle le *faisceau de Meynert*. Dans la calotte, on trouve le noyau d'origine du nerf moteur oculaire commun et un noyau spécial au bulbe, le noyau rouge de la calotte que nous verrons en relation avec le cerveau, avec le cervelet et avec la moelle épinière. La substance blanche de la calotte comprend : 1° les fibres du pédoncule cérébelleux supérieur, 2° les fibres du ruban de Reil, formé en dedans par la voie sensitive et en dehors par le faisceau acoustique, et 3° des faisceaux d'association.

Au-dessus de la calotte du pédoncule, on voit la coupe des *tubercules quadrijumeaux*.

Les *tubercules antérieurs* renferment des cellules nerveuses et des fibres qui constituent un centre et un relais pour les voies optiques. Les fibres qui y arrivent proviennent de la bandelette optique par le *bras conjonctival antérieur*. Parmi les fibres efférentes, les unes se

rendent à l'écorce cérébrale dans la région du cunéus; les autres descendent dans les étages inférieurs, établissant ainsi des relations nécessaires entre la vision et les nerfs craniens (voies réflexes).

Les *tubercules quadrijumeaux postérieurs* sont constitués de la même façon, mais reçoivent leurs fibres afférentes du *faisceau acoustique* formant la partie externe du ruban de Reil. Les fibres efférentes se rendent les unes à l'écorce cérébrale (écorce du lobe temporal) et les autres aux étages inférieurs (pédoncules, bulbe, etc.). Ils sont donc spécialement affectés à la fonction auditive.

Au niveau du cervelet. — La substance grise cérébelleuse forme une couche périphérique appelée écorce ; elle s'étale sous forme d'une lame qui recouvre toutes les saillies et descend dans les sillons sans aucune interruption.

Au centre du cervelet existent encore quelques petits noyaux gris : le *noyau dentelé principal*, les *noyaux dentelés accessoires* et le *noyau du toit*.

La substance blanche, ou centre médullaire du cervelet, se ramifie à l'intérieur des lames et des lamelles, formant, comme nous l'avons déjà dit, une disposition arborescente absolument caractéristique du cervelet, l'arbre de vie. Du cervelet partent trois pédoncules doubles : 1° les *pédoncules cérébelleux imférieurs* qui le raccordent au bulbe et à la moelle ; 2° les *pédoncules cérébelleux moyens* qui vont à la protubérance ; 3° les *pédoncules cérébelleux supérieurs* qui vont aux pédoncules cérébraux et aux tubercules quadrijumeaux.

LOGE CÉRÉBRALE. — CERVEAU

La loge cérébrale est délimitée en bas par l'étage antérieur et l'étage moyen de la base du crâne, enfin tout à fait en arrière par la face supérieure de la tente du cervelet, en haut et latéralement par la voûte du crâne. La faux du cerveau, dirigée d'avant en arrière, la divise en deux moitiés qui communiquent largement entre elles au-dessous du bord inférieur de celle-ci.

Le cerveau mesure en moyenne 17 centimètres de longueur, 14 centimètres de largeur, 13 centimètres de hauteur. Son poids moyen est de 1 200 grammes chez l'homme, de 1 100 grammes chez la femme.

Il a la forme d'un ovoïde à grand axe antéro-postérieur, dont la grosse extrémité regarde en arrière. Sa partie inférieure forme la base.

Lorsqu'on examine le cerveau par sa convexité, on constate qu'il existe une scissure profonde, la scissure inter-hémisphérique, qui divise la masse cérébrale en deux hémisphères. Ceux-ci ne sont pas isolés, mais réunis à leur base par des formations dites inter-hémisphériques. Envisageons successivement les hémisphères et les formations qui les réunissent.

HÉMISPHÈRES CÉRÉBRAUX. La surface de chaque hémisphère est parcourue de nombreux plissements qui délimitent des saillies arrondies et flexueuses dont l'aspect rappelle grossièrement celui des circonvolutions de l'intestin grêle. On leur a donné le même nom. Ces circonvolutions apparaissent variées à l'infini. Leur agencement échappa pendant longtemps à la sagacité des anatomistes. Nous savons aujourd'hui qu'elles sont soumises dans leur disposition à une loi uniforme et constante dont les variations ne s'établissent que dans des limites restreintes.

Nulles chez les poissons, les reptiles et les oiseaux, peu développées chez les rongeurs et les édentés, déjà très développées chez les carnassiers, elles atteignent leurs plus grandes dimensions chez l'homme qui, sous ce rapport, domine « tout l'embranchement des vertébrés d'une immense hauteur ». Sous le même volume, elles augmentent considérablement, on le conçoit, la surface de l'écorce cérébrale qui en forme la substance majeure. Ces circonvolutions sont disposées sur les trois faces de l'hémisphère que l'on distingue en face interne, face externe et face inférieure.

Avant de les étudier, jetons un rapide coup d'œil sur ces trois faces.

CONFIGURATION EXTÉRIEURE. — La *face interne* est plane, tombant verticalement à pic ; elle limite de chaque côté la grande scissure inter-hémisphérique dans laquelle s'enfonce ce repli de la dure-mère que nous avons appelé la faux du cerveau. Au-dessous de cette portion libre, la face interne adhère à la face interne de l'autre hémisphère par une série de formations dont

Fig. 75. — FACE INFÉRIEURE DES HÉMISPHÈRES CÉRÉBRAUX La partie antérieure est en haut sur la figure. — 1. *Bulbe olfactif.* — 2. *Bandelette olfactive.* — 3. *Espace perforé antérieur.* — 4. *Chiasma optique.* — 5. *Bandelette optique.* — 6. *Tige de l'hypophyse.* — 7. *Tuber cinereum.* — 8. *Tubercules mamillaires.* — 9. *Première circonvolution temporo-occipitale.* — 10. *Deuxième circonvolution temporo-occipitale.* — 11. *Troisième circonvolution temporo-occipitale.* — 12. *Lobe orbitaire.* — 13. *Lobe temporo-occipital.* — 14. 14. *Scissure de Sylvius.* (Moreaux, del.)

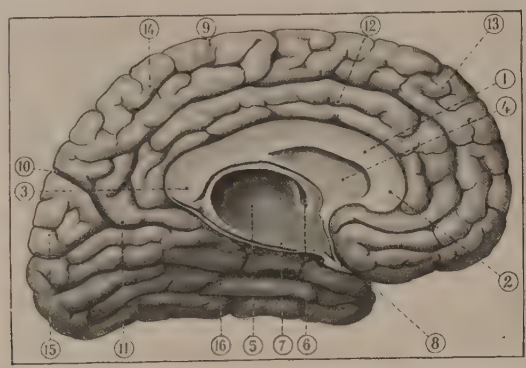


Fig. 76. — FACE INTERNE D'UN HÉMISPHÈRE CÉRÉBRAL (HÉMISPHÈRE GAUCHE) ✐ La partie antérieure est à droite sur la figure. — 1. *Corps calleux.* — 2. *Genou du corps calleux.* — 3. *Bourrelet du corps calleux.* — 4. *Septum lucidum.* — 5. *Ventricule moyen.* — 6. *Trou de Monro.* — 7. *Corps bordant.* — 8. *Scissure de Sylvius.* — 9. *Scissure de Rolando.* — 10. *Scissure perpendiculaire interne.* — 11. *Scissure calcarine.* — 12. *Circonvolution du corps calleux.* — 13. *Circonvolution frontale interne.* — 14. *Lobe quadrilatère.* — 15. *Cuneus.* — 16. *Lobe temporo-occipital.* (Moreaux, del.)

l'ensemble porte le nom de « seuil des hémisphères ». Ces formations sont des commissures qui relient entre eux les deux hémisphères, solidarisant ainsi des territoires homologues, mais opposés et lointains.

La *face externe* ou convexe dans tous les sens répond à la voûte cranienne.

La *face inférieure* est divisée en deux parties par un sillon profond, la *scissure de Sylvius*. En avant de cette scissure on rencontre la partie orbitaire ; cette partie repose sur la voûte de l'orbite ; elle présente la *bandelette olfactive* que termine en avant le *bulbe olfactif*. Cette bandelette est rattachée d'autre part au cerveau par des racines ou stries, l'une *blanche et interne* ; l'autre *blanche et externe*. Dans l'intervalle de celles-ci, on distingue un espace troué, l'*espace perforé antérieur*. En arrière de cette scissure, la face inférieure qui répond à la région temporo-occipitale du crâne a la forme d'un rein dont la concavité est tournée en dedans.

Afin de mettre quelque lumière dans ce désordre apparent des circonvolutions, on s'est servi des vallées profondes pour déterminer les grandes régions de cet immense territoire tourmenté. Cette géographie cérébrale établit les grandes divisions territoriales, puis étudie le relief, l'orographie de chacun d'eux. C'est cet ordre descriptif que nous allons suivre.

Les sillons principaux et scissures qui parcourent la surface des hémisphères cérébraux les divisent en un certain nombre de circonvolutions séparées les unes des autres par des *sillons secondaires*. Assez souvent, comme il arrive dans nos États, les frontières entre lobes et circonvolutions restent imprécises en certains points ; telle circonvolution, telle une chaîne montagneuse, se continue sans démarcation aucune avec telle autre circonvolution. Cette union s'établit par des plissements que l'on appelle des *plis de passage*.

Chaque hémisphère comprend six lobes qui sont : les lobes *frontal, pariétal, occipital, temporal*, de l'*insula* et du *corps calleux*. Étudions les circonvolutions sur les différentes faces.

FACE EXTERNE (fig. 74) : **Scissures.** — La face externe nous présente trois scissures de premier ordre : la scissure de Sylvius, la scissure de Rolando et la scissure perpendiculaire externe.

Scissure de Sylvius. — C'est la plus importante, la première en date aussi dans l'évolution du cerveau. Elle naît à la face inférieure de l'hémisphère, se porte en dehors, contourne le bord externe de l'hémisphère, puis passe sur sa face externe où elle se porte en arrière et en haut ; elle s'y termine après un parcours de 8 à 9 centimètres. Cette scissure, étalée à sa partie inférieure (vallée sylvienne), est profonde à la face externe du cerveau (fosse sylvienne). Ses rives sont saillantes ; en un point seulement, elle s'échancre sur son bord supérieur et envoie sur celui-ci deux petits prolongements, l'un horizontal, l'autre ascendant, qui laissent entre eux une langue de substance nerveuse, le *cap* de la troisième circonvolution horizontale.

Scissure de Rolando. — Elle naît un peu en arrière du milieu de la scissure inter-hémisphérique. Elle se porte obliquement en bas et en avant et se termine un peu au-dessus de la scissure de Sylvius, dans l'angle que celle-ci forme avec son prolongement ascendant. Elle décrit trois courbes successives. Son importance est très grande, car elle jalonne les centres moteurs volontaires (Voir *Physiologie*).

Scissure perpendiculaire externe. — Elle est située à la partie postérieure de l'hémisphère et se détache du bord supérieur du cerveau d'où elle tombe perpendiculairement. Elle est courte, effacée par des plis de passage qui unissent les circonvolutions pariétales et occipitales.

Lobes et circonvolutions. — Les trois scissures que nous venons de voir divisent les hémisphères en quatre lobes : frontal, occipital, pariétal et temporal. Il s'en ajoute un cinquième, qui est caché : le lobe de l'insula.

Lobe frontal. — Situé en avant de l'hémisphère, particulièrement développé chez l'homme, il comporte quatre circonvolutions situées en avant de la scissure de Rolando et que limitent deux sillons appelés *sillon frontal supérieur* et *sillon frontal inférieur*. Un troisième sillon, dit *prérolandique*, est ascendant, formé aux dépens des sillons précédents. La *circonvolution frontale ascendante* ou prérolandique est le siège de centres moteurs importants.

Les trois autres circonvolutions s'étagent les unes au-dessus des autres. On les appelle : *première frontale* ou frontale supérieure, *deuxième frontale* ou frontale moyenne, *troisième frontale* ou frontale inférieure. Ces trois circonvolutions se prolongent sur la face inférieure du cerveau dans le lobe orbitaire. La troisième frontale répond au centre moteur du langage (Voir *Physiologie*).

Lobe pariétal. — Ce lobe est délimité en avant par la

scissure de Rolando, en bas par la scissure de Sylvius, en arrière par la scissure perpendiculaire externe, en haut par le bord supérieur de l'hémisphère. Il est parcouru par une faille, le *sillon interpariétal* qui décompose le lobe pariétal en trois circonvolutions : la *pariétale ascendante* ou post-rolandique ; la *pariétale supérieure* ou première pariétale, qui empiète sur la face interne pour constituer le *lobule quadrilatère* ; et enfin la *pariétale inférieure* ou *lobule du pli courbe.*

Lobe temporal. — Il est limité en avant et en haut par la scissure de Sylvius, en bas par le bord externe de l'hémisphère ; en arrière, il se continue avec le lobe occipital, au-dessus de la scissure perpendiculaire externe. Il présente deux sillons : l'un supérieur, parallèle à la scissure de Sylvius, l'autre inférieur, qui circonscrivent trois circonvolutions, la *première*, la *deuxième*, la *troisième temporales.*

Lobe occipital. — Il est postérieur et comprend toute la portion de la face externe située en arrière de la scissure perpendiculaire externe. Deux sillons, *occipital supérieur* et *occipital inférieur*, le divisent en trois circonvolutions superposées : les *première, deuxième et troisième circonvolutions occipitales.*

Lobe de l'insula. — Ce lobe curieux n'est visible que lorsque l'on écarte l'une de l'autre les deux lèvres de la scissure de Sylvius. Il a la forme d'une saillie triangulaire cernée par une rigole circulaire, dite *sillon de Reil.* Ce sillon est interrompu au sommet de l'insula par deux plis de passage qui unissent ce lobe aux lobes frontal et temporal. L'île (*insula*) n'est, en somme, qu'une presqu'île.

L'insula est à son tour divisée par un grand sillon en deux parties : l'*insula antérieure* et l'*insula postérieure.* Des sillons secondaires déterminent cinq circonvolutions insulaires.

FACE INTERNE (fig. 76) : **Scissures.** — La face interne présente trois scissures : la scissure calloso-marginale, la scissure calcarine et la scissure perpendiculaire interne.

Scissure calloso-marginale. — Commençant au-dessous du genou du corps calleux, elle suit le contour de cet organe et va se terminer au-dessus du bourrelet sur le bord supérieur de l'hémisphère.

Scissure calcarine. — Située à la partie postérieure de la face interne, elle longe le bord interne de l'hémisphère et se réunit en avant à la scissure perpendiculaire interne.

Scissure perpendiculaire interne. — Elle continue, sur la face interne de l'hémisphère, l'encoche de la scissure perpendiculaire externe. Elle forme avec la scissure calcarine un Y couché.

Lobes et circonvolutions. — Les trois scissures décrites délimitent deux circonvolutions et deux lobules :

Circonvolution frontale interne. — Comprise entre le bord supérieur de l'hémisphère et la scissure calloso-marginale, cette circonvolution n'est pas autre chose que la partie interne de la première circonvolution frontale. A sa partie postérieure, elle constitue le *lobule paracentral* sur lequel descend la terminaison de la scissure de Rolando et sur lequel empiètent les centres moteurs.

Circonvolution du corps calleux. — Cette circonvolution suit le corps calleux et s'unit à sa partie postérieure à la circonvolution de l'hippocampe, dessinant avec cette dernière un anneau qui entoure le seuil de l'hémisphère et qu'on appelle la circonvolution limbique. Cette circonvolution, qui entoure le seuil de l'hémisphère ou limbe, est rattachée à la fonction olfactive.

Si nous soulevons cette circonvolution, nous apercevons sur le corps calleux une circonvolution tout à fait rudimentaire constituée par une série de formations : les *tæniæ tectæ*, les *tractus de Lancisi*, puis plus loin le *corps godronné*, la *fasciola-cinerea*, formations qui constituent la circonvolution intralimbique.

La *circonvolution limbique* recueille les racines olfactives interne et externe, elles-mêmes prolongées en avant par le lobe olfactif. Tout cet ensemble forme ce que Broca a appelé le *lobe limbique*, partie du cerveau réservée au sens de l'olfaction de même que la circonvolution intralimbique.

Cunéus. — Le cunéus ou coin est le lobule compris entre la scissure perpendiculaire interne et la portion ascendante de la scissure calcarine. Ce lobe est le centre des perceptions visuelles (Voir *Physiologie*).

Lobe quadrilatère. — Il est en avant du cunéus et en arrière de la scissure frontale interne.

FACE INFÉRIEURE (fig. 75) : La portion initiale de la scissure de Sylvius divise cette face en deux lobes, l'un antérieur, orbitaire, l'autre postérieur, temporo-occipital.

Lobe orbitaire. — Trois sillons délimitent quatre circonvolutions que l'on pourrait d'ailleurs rattacher au lobe frontal, dont le lobe orbitaire constituerait la partie

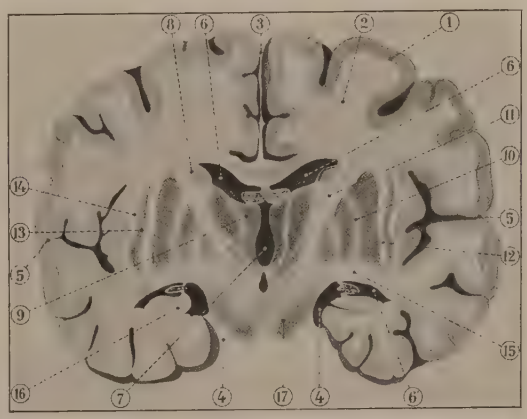


Fig. 77. — COUPE FRONTALE (VERTICALE ET TRANSVERSALE) DU CERVEAU PASSANT PAR LES NOYAUX GRIS CENTRAUX ø 1. *Ecorce cérébrale.* — 2. *Centre ovale.* — 3. *Scissure interhémisphérique.* — 4. 4. *Fente cérébrale de Bichat.* — 5. 5. *Scissure de Sylvius.* — 6. 6. *Ventricule latéral (portion frontale).* — 6'. *Ventricule latéral (corne occipitale).* — 7. *Ventricule moyen.* — 8. *Noyau caudé.* — 9. *Couche optique.* — 10. *Noyau lenticulaire.* — 11. *Capsule interne.* — 12. *Capsule externe.* — 13. *Avant-mur.* — 14. *Capsule extrême.* — 15. *Région sous-optique.* — 16. *Crochet de l'hippocampe et corne d'Ammon.* — 17. *Pédoncule cérébral.* (Moreaux, del.)

inférieure. Les deux circonvolutions internes sont appelées olfactives ; les deux circonvolutions externes sont appelées orbitaires.

Lobe temporo-occipital. — Il présente deux sillons, l'un externe, l'autre interne, qui déterminent deux circonvolutions dirigées d'arrière en avant. La plus externe ou *première circonvolution temporo-occipitale*, encore appelée quatrième circonvolution temporale, se prolonge en arrière sous la forme d'un fuseau, d'où le nom de *lobule fusiforme* qu'on lui donne parfois. La *deuxième circonvolution temporo-occipitale*, située en dedans de la précédente, comprend deux portions : l'une postérieure ou *lobule lingual*, qui empiète sur la face interne de l'hémisphère au-dessous de la scissure calcarine ; l'autre, antérieure, est connue sous le nom de *circonvolution de l'hippocampe*. Celle-ci se recourbe à son extrémité que l'on appelle pour cette raison le *crochet de l'hippocampe*. D'autre part, un sillon profond la creuse, le *sillon de l'hippocampe*. Ce sillon refoule alors dans le prolongement temporal du ventricule latéral du cerveau la substance grise de l'écorce cérébrale ; ce refoulement revêt l'aspect d'une corne d'abondance, la *corne d'Ammon*, que nous retrouverons plus loin.

FORMATIONS INTER-HÉMISPHÉRIQUES. Entre les deux hémisphères se trouvent des formations nombreuses et de valeur différente. Les unes constituent des commissures inter-hémisphériques, les autres appartiennent à des formations diverses. Parmi ces dernières, nous signalerons en allant d'avant en arrière.

Chiasma optique. — Le chiasma optique est une lamelle de substance blanche qui reçoit en avant les nerfs optiques et se prolonge en arrière par les bandelettes optiques. Le chiasma n'est pas libre ; il se rattache à la base du cerveau par une mince lame de substance grise, la *lame sus-optique*. Cette dernière connexion nous rappelle que les nerfs optiques, avec la rétine où ils se terminent, sont une émanation directe du cerveau.

Espace perforé antérieur. — Cette petite région d'aspect criblé est constituée par une couche de substance grise située dans l'angle formé par les stries olfactives, en dehors de la bandelette optique. Il est perforé par de nombreux orifices qui livrent passage à des vaisseaux. Il est parcouru par un faisceau blanc, la bandelette diagonale, qui unit le pied du corps calleux à l'hippocampe. Près de lui on voit une partie d'un noyau central, le *colliculus du noyau caudé*.

Tuber cinereum. — Ce tubercule grisâtre ou cendré, d'où son nom, est situé en arrière du chiasma et en avant du tubercule mamillaire. Il fait saillie par sa face supérieure dans la cavité du ventricule moyen.

Hypophyse ou corps pituitaire. — Du volume d'une petite cerise, l'hypophyse est logée dans la dépression osseuse appelée selle turcique qui siège sur la base du crâne. Une tige grêle, la tige pituitaire, la rattache au cerveau. Elle est constituée par deux parties : l'une postérieure, l'autre antérieure, qui semblent être d'origine différente. Cet organe ne fait pas partie réellement du système nerveux central ; sa texture et ses fonctions le classent parmi les glandes à sécrétion interne ; il joue un rôle important dans la croissance (Voir *Physiologie*).

Tubercules mamillaires. — De la grosseur d'un petit pois, ils forment deux saillies blanchâtres, l'une droite, l'autre gauche, en arrière du *tuber cinereum*. Ils sont en relation avec le trigone cérébral, avec la couche optique et avec le pédoncule cérébral.

Espace perforé postérieur. — Il a la forme d'un triangle dont le sommet répond à l'angle de bifurcation des deux pédoncules cérébraux. Des vaisseaux s'engagent dans les orifices qu'il présente.

Fente cérébrale de Bichat. — On donne ce nom à un grand sillon ou plutôt à une dépression profonde située à la base du cerveau, creusée entre les hémisphères et leurs commissures d'une part et le cerveau moyen d'autre part. Elle forme une sorte de fer à cheval concave en avant dans lequel s'insinue la pie-mère qui formera à l'intérieur du cerveau la toile choroïdienne supérieure et les plexus choroïdes latéraux.

CONSTITUTION INTÉRIEURE DU CERVEAU (fig. 78). — Si nous faisons la coupe horizontale des deux hémisphères cérébraux au niveau de la saillie ovoïde, de couleur grise, que forme la couche optique à sa face interne,

Fig. 78. — COUPES HORIZONTALES ET VERTICALES DU CERVEAU Les coupes horizontales (deux premières lignes) sont étagées de haut en bas. (La partie antérieure du cerveau est tournée vers le haut de la page.) *Première ligne, à gauche :* Coupe passant au niveau de la face supérieure du corps calleux. — 1. *Écorce cérébrale.* — 2. *Centre ovale.* — 3. *Corps calleux.* — 4. *Son prolongement antérieur.* — 5. *Son prolongement postérieur.* *Au milieu :* Coupe passant par le trigone cérébral et par le ventricule latéral. — 1. 2. *Comme dans la figure précédente.* — 3. *Prolongement frontal du ventricule latéral.* — 3'. *Son prolongement occipital.* — 4. *Trigone cérébral.* — 5. *Plexus choroïde.* — 6. *Veine de Galien.* *A droite :* Coupe ouvrant la partie supérieure du ventricule moyen. — 1. 2. 3. 3'. *Comme dans la figure précédente.* — 4. *Toile chroroïdienne formant le plafond du ventricule moyen, sectionnée et rabattue.* — 5. *Ventricule moyen.* — 6. *Plexus choroïde.* *Deuxième ligne, à gauche:* Coupe passant par le ventricule moyen dont le plafond a été enlevé. — 1. 2. 3. 3' *Comme dans la seconde figure.* — 4. *Ventricule moyen.* — 5. *Epiphyse.* — 6. *Tubercules quadrijumeaux antérieurs.* — 7. *Commissure blanche antérieure.* — 8. *Couche optique.* — 9. *Tête du noyau caudé.* — 10. *Sillon opto-strié.* *Au milieu :* Coupe passant par la capsule interne. — 1. 2. 3. *Comme dans la seconde figure.* — 4. *Lobe de l'insula.* — 5. *Capsule externe.* — 6. *Avant-mur.* — 7. *Capsule externe.* — 8. *Noyau lenticulaire.* — 9. *Noyau caudé.* — 10. *Capsule interne.* — 11. *Couche optique.* *A droite :* Coupe passant par la partie inférieure des lobes temporo-occipitaux. — 1. *Lobe orbitaire.* — 2. *Lobe temporo-occipital.* — 3. *Lobe olfactif.* — 3'. *Bandelette olfactive.* — 4. *Corps calleux.* — 5. *Chiasma optique.* — 6. *Bandelette optique.* — 7. *Coupe des pédoncules cérébraux.* — 8. *Tente de Bichat.* — 9. *Coupe de la circonvolution de l'hippocampe.* *En bas :* Coupes verticales. — *Troisième ligne au milieu :* Coupe passant par la capsule interne. — 1. *Ecorce cérébrale.* — 2. *Centre ovale.* — 3. *Corps calleux.* — 4. *Prolongement frontal du ventricule latéral.* — 4'. *Son prolongement occipital.* — 5. *Trigone cérébral et septum lucidum.* — 6. *Ventricule moyen.* — 7. *Noyau lenticulaire.* — 8. *Couche optique.* — 9. *Capsule interne.* *A droite :* Coupe passant en arrière de la capsule interne. — 1. 2. 3. *Comme 2e ligne en bas.* — 4. 5. *Ventricule latéral.* — 6. *Coupe de la protubérance annulaire.* *A gauche :* Coupe passant en avant de la capsule interne. — 1. 2. 3. *Comme 2e ligne en bas.* — 4. *Noyaux opto-striés.* — 5. *Ventricule latéral.* — 6. *Avant-mur.* — 7. *Capsule externe.* — 8. *Noyau caudé.* (Moreaux, del., d'après Hirschfeld.)

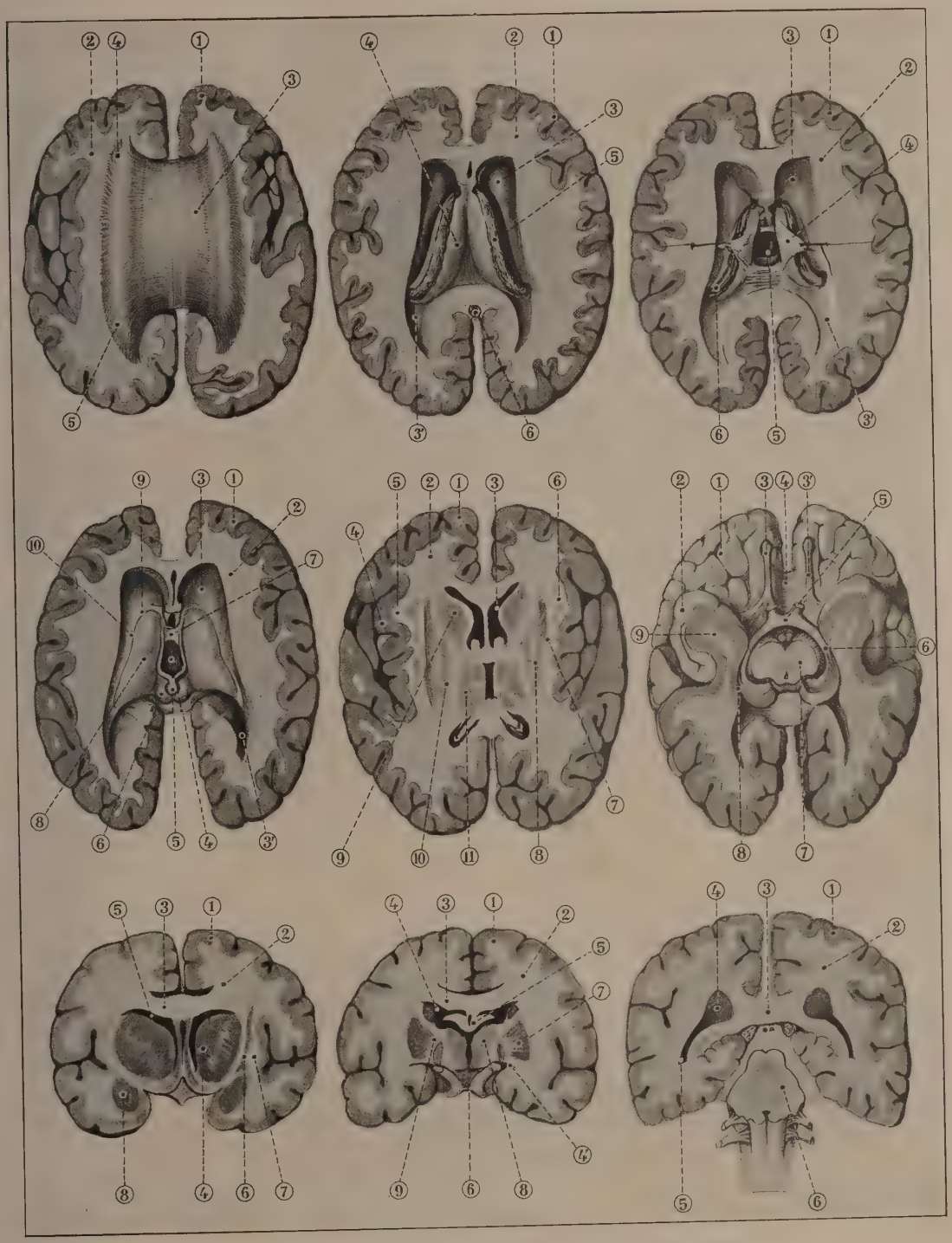


Fig. 78. — COUPES HORIZONTALES ET VERTICALES DU CERVEAU

(Voir détails ci-contre.)

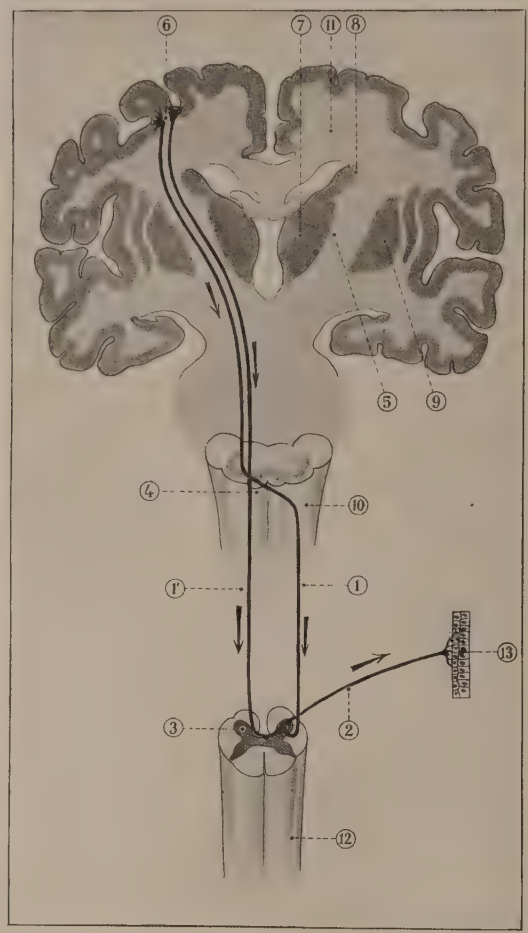


Fig. 79. — SCHÉMA DE LA VOIE MOTRICE VOLONTAIRE ø 1. *Voie pyramidale croisée.* — 1'. *Voie pyramidale directe.* — 2. *Neurone moteur du nerf périphérique.* — 3. *Corne antérieure.* — 4. *Pyramide bulbaire.* — 5. *Capsule interne.* — 6. *Ecorce cérébrale.* — 7. *Couche optique.* — 8. *Noyau caudé.* — 9. *Noyau lenticulaire.* — 10. *Bulbe.* — 11. *Cerveau.* — 12. *Moelle.* — 13. *Téguments.* — (Les flèches indiquent le sens de l'influx nerveux. La voie pyramidale croisée passe du côté opposé au niveau du bulbe. La voie pyramidale directe s'entre-croise au niveau de la moelle. Toute lésion de la voie pyramidale 1 ou 1' détermine donc une paralysie du côté opposé.) (Moreaux, del.)

nous constatons que la substance cérébrale de chaque hémisphère est bordée par un large liséré de substance grise, l'*écorce cérébrale*. Cette écorce, plissée comme les circonvolutions, entoure la masse blanche qui est au centre. Celle-ci, au niveau de la coupe que nous avons faite, présente trois amas ou noyaux de substance grise qui sont : en dehors, le *noyau lenticulaire* ; en dedans et en arrière, la *couche optique* ; en avant et en arrière de celle-ci, le *noyau caudé* qui, passant en pont au-dessus de la couche optique, est intéressé à sa partie antérieure ou tête et à sa partie postérieure ou queue.

On aperçoit encore trois cavités : latéralement les *deux ventricules latéraux*, au centre le *ventricule moyen* qui séparent les deux couches optiques.

Si la coupe avait passé plus haut (fig. 78), nous n'aurions découvert aucune de ces cavités ni aucun des noyaux gris ; nous aurions vu une masse de substance blanche uniforme réunissant les deux hémisphères. Cette large commissure porte le nom de *corps calleux*.

Étudions successivement les formations grises et les formations blanches.

Noyaux gris centraux ou noyaux opto-striés. (fig. 77 et 78). — **Couches optiques ou thalamus.** — Les couches optiques sont deux noyaux gris volumineux, situés de chaque côté du ventricule dans la cavité duquel ils font saillie. Elles sont placées au-dessus des pédoncules cérébraux dont elles sont séparées par la région dite sous-optique ou sous-thalamique. Chacune a la forme d'un ovoïde à grosse extrémité postérieure : cette extrémité s'appelle le *pulvinar*. En arrière de celui-ci se trouvent les corps genouillés, que nous avons déjà vus (Voir page 79).

L'extrémité antérieure de la couche optique se loge dans la courbe que lui offre la tête du noyau caudé.

La masse grise du noyau est traversée par deux lames de substance blanche qui la décomposent en trois noyaux secondaires : externe, interne et antérieur.

Dans la région sous-optique se trouve un noyau gris, le corps de Luys.

Corps strié. — Le corps strié, ainsi appelé parce que la substance grise y est striée de faisceaux blancs, est constitué par les deux noyaux caudé et lenticulaire.

Le *noyau caudé* a la forme d'une grosse virgule qui fait saillie dans la portion frontale du ventricule latéral. La tête est dirigée en avant, le corps et la queue se recourbent autour de la couche optique, le bord interne étant séparé de la couche optique par un simple sillon, dit *sillon opto-strié*. La face externe du noyau est en rapport avec le détroit de substance blanche que nous trouvons sur notre coupe. Ce détroit ou défilé est limité en avant et en dedans par le noyau caudé, en arrière et en dedans par la couche optique, en arrière par le noyau lenticulaire. On l'appelle la *capsule interne* ; c'est un lieu de passage de la plus haute importance pour les fibres centrales : nous l'étudierons plus tard.

Le *noyau lenticulaire*, dont la coupe horizontale est bien celle d'une lentille, sauf à sa partie moyenne où elle affecte celle d'un triangle, est le plus externe des noyaux. Son extrémité antérieure se réunit avec la tête du noyau caudé par un pont étroit de substance grise. Les deux noyaux forment ainsi une sorte d'U ouvert en arrière. Dans l'ouverture de cet U passent les fibres blanches de la capsule interne. Sa face externe regarde le lobe de l'insula dont elle est séparée par deux lames de substance blanche, la *capsule externe* et la *capsule extrême*, entre lesquelles s'intercale une lame grise, mince, l'*avant-mur*.

La substance grise du noyau lenticulaire n'est pas homogène. Trois lames blanches incurvées la segmentent en trois noyaux secondaires : l'externe ou *putamen* ; le moyen ou *globus medialis* ; l'interne ou *globus pallidus*.

Ventricules cérébraux. — Nous décrivons les ventricules avec les noyaux gris, les rapports de ceux-ci avec les cavités cérébrales étant intimes. On distingue un ventricule moyen, médian et impair, et deux ventricules latéraux symétriques.

Le *ventricule moyen* ou troisième ventricule est situé entre les couches optiques et au-dessus de la partie moyenne de la base du cerveau. Aplati transversalement, il a la forme d'un entonnoir à base supérieure dont le sommet aboutit à la tige pituitaire. A sa partie postérieure s'ouvre l'aqueduc de Sylvius, petit canal qui l'unit au quatrième ventricule. A sa partie antéro-latérale, deux orifices, l'un droit, l'autre gauche, appelés *trous de Monro*, le font communiquer avec les ventricules latéraux. Sa cavité antérieure est traversée par un pont de substance nerveuse, la *commissure grise*, tendue entre les deux couches optiques. Enfin, il est recouvert par une toile méningée, la *toile choroïdienne*, mince plafond que double la portion plane du trigone cérébral (p. 88).

A la partie postérieure et supérieure du troisième ventricule, on observe un organe grisâtre, impair et médian, la *glande pinéale* ou *épiphyse*. Ce corps, dont les fonctions sont encore énigmatiques et dont la signification anatomique reste incertaine, a la forme d'un cône à base antérieure dont le sommet est arrondi. L'épiphyse repose dans le sillon qui sépare les deux tubercules quadrijumeaux antérieurs. Bien isolée et mobile, elle est reliée à la substance cérébrale par de petits pédoncules, qui établissent ses connexions avec la substance nerveuse voisine. C'est dans la glande pinéale que Descartes plaçait sinon le siège de l'âme, du moins celui des esprits animaux.

Les *ventricules latéraux* sont deux cavités symétriques situées dans chaque hémisphère cérébral. Chacun d'eux occupe successivement d'avant en arrière et de haut en bas les lobes frontal, pariétal, occipital et temporal. La direction de chacun d'eux est parallèle à celle des noyaux caudés et cette forme épouse le contour de ce noyau, sauf en arrière. Chaque ventricule comprend trois prolongements ou cornes : les *cornes frontale, temporole* et *occipitale*, qui se réunissent en un carrefour.

La corne frontale se développe dans le lobe frontal, confinant à la partie antérieure de la couche optique et la dépassant. L'une des parois de la corne occipitale bombe, fait saillie dans la cavité ; cette sorte d'éperon, dit *ergot de Morand*, résulte du refoulement de la paroi cérébrale dans la scissure calcarine. Dans la corne sphénoïdale, le plancher présente à considérer, trois saillies : la *corne d'Ammon*, qui n'est pas autre chose qu'une circonvolution rebroussée, refoulée de la paroi cérébrale par le sillon de l'hippocampe ; le *corps bordant*, prolongement du trigone, et le *corps godronné*, qu'on rattache à une circonvolution rudimentaire.

Ces ventricules contiennent du liquide céphalo-rachidien qui communique, par le trou de Magendie, situé sur le toit du quatrième ventricule, avec les espaces sous-arachnoïdiens qui englobent moelle et encéphale. La rétention de ce liquide intra-ventriculaire provoque la dilatation des ventricules ou hydrocéphalie.

Substance blanche: **Capsule interne.** — La substance blanche cérébrale comprise entre les ganglions et l'écorce cérébrale forme dans chaque hémisphère une masse ovoïde qu'on appelle le centre ovale de Vieussens. Cette substance blanche s'insinue, comme nous l'avons vu, entre les noyaux gris, formant sur les coupes horizontales une lame coudée à angle droit ouverte en dehors : c'est la *capsule interne*. Celle-ci, lieu de passage des fibres motrices et des fibres sensitives qui gagnent l'écorce cérébrale ou en émanent, présente donc une partie antérieure, ou *bras antérieur*, compris entre le noyau caudé en dedans et le noyau lenticulaire en

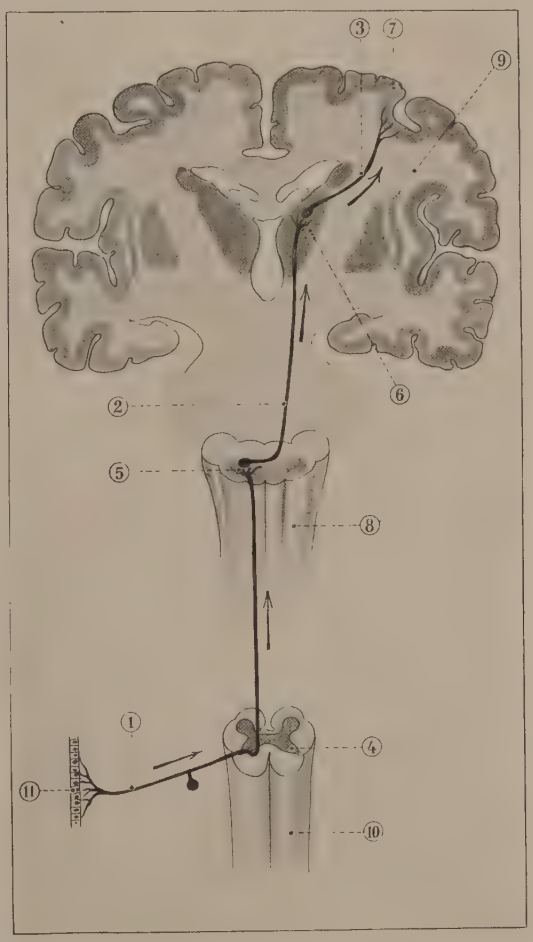


Fig. 80. — SCHÉMA DES VOIES SENSITIVES 1. *Premier neurone.* — 2. *Deuxième neurone.* — 3. *Troisième neurone.* — 4. *Corne postérieure de la moelle.* — 5. *Noyaux de Goll et de Burdach (Bulbe).* — 6. *Couche optique.* — 7. *Ecorce cérébrale.* — 8. *Bulbe.* — 9. *Cerveau.* — 10. *Moelle.* — 11. *Téguments (peau).* — (Les flèches indiquent le sens de l'influx nerveux.) (Moreaux, del.)

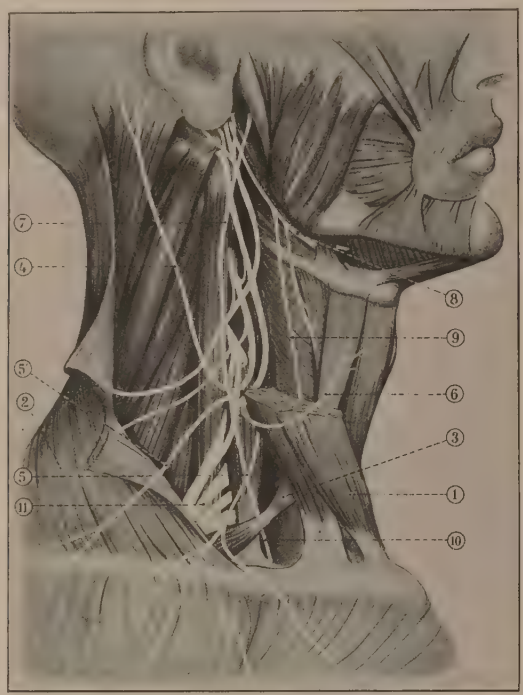


Fig. 81. — PLEXUS CERVICAL SUPERFICIEL ø 1. *Sterno-cléido-mastoïdien (sa partie supérieure est enlevée).* — 2. *Trapèze.* — 3. *Omo-hyoïdien.* — 4. *Branche mastoïdienne.* — 5. *Branche sus-claviculaire.* — 5'. *Branche sus-acromiale.* — 6. *Branche cervicale transverse.* — 7. *Branche auriculaire.* — 8. *Nerf grand hypoglosse.* — 9. *Sa branche descendante.* — 10. *Nerf phrénique.* — 11. *Plexus brachial.* (Moreaux, del.)

dehors, et un segment postérieur, cu *bras postérieur*, situé entre la couche optique en dedans et le même noyau lenticulaire en dehors. La rencontre des deux segments forme le *genou* et l'on appelle, en conséquence, *géniculé* le faisceau de fibres qui l'occupe. Nous examinerons plus loin à quelles voies appartiennent les fibres blanches qui occupent la capsule interne.

Les deux hémisphères sont réunis par des fibres commissurales, constituant plusieurs organes d'union, le corps calleux, la commissure blanche antérieure et le trigone cérébral.

Corps calleux. — Le corps calleux est une lame de substance blanche, très épaisse, que l'on voit au fond de la scissure inter-hémisphérique. Ses deux extrémités se recourbent : en bas, l'antérieure forme le *genou;* la postérieure, le *bourrelet*. Latéralement, le corps calleux s'enfonce dans la substance blanche des deux hémisphères, au-dessus des cornes frontales des ventricules latéraux dont il forme le plafond. Les fibres irradient de cette commissure gigantesque à peu près dans toute l'étendue de l'écorce.

La *commissure blanche antérieure* est un faisceau de fibres, placé en arrière des bandelettes optiques, qui unit la base des deux hémisphères au niveau de la partie antérieure des deux lobes temporaux. Elle tire son origine de l'aire olfactive : tubercule olfactif, espace perforé antérieur ; elle assure donc la liaison entre les deux lobes temporaux et les centres olfactifs.

Le *trigone cérébral* est situé au-dessous du corps calleux. C'est une lame aplatie qui décrit un cintre dont l'extrémité antérieure se bifurque en deux piliers qui semblent se terminer après un trajet complexe dans le tubercule antérieur de la couche optique. Entre le corps calleux et la partie antérieure du trigone s'interpose une cloison de substance nerveuse très mince placée de champ, le *septum lucidum*, qui sépare l'une de l'autre les cornes frontales des ventricules latéraux. Le trigone adhère en arrière au corps calleux et se termine par deux piliers postérieurs qui se fusionnent avec la corne d'Ammon et avec le corps bordant. Cette commissure semble appartenir surtout à l'appareil olfactif. Elle est peu développée chez l'homme.

En dehors de ces commissures principales, il existe d'autres commissures au-dessous du plancher du troisième ventricule, peu ou pas visibles, qui associent entre elles des formations hémisphériques placées sur un plan inférieur ; telles sont la *commissure de Gudden*, qui relie les deux corps genouillés internes ; la *commissure de Meynert*, appartenant au système des corps striés ; enfin la *commissure sous-optique postérieure de Forel*, qui appartient au même système des corps striés et unit les deux régions sous-optiques.

LES VOIES DE CONDUCTION INTRA-CÉRÉBRALES

L'étude de ces voies, c'est-à-dire l'étude anatomique du trajet suivi par des excitations d'ordre sensitif, excitations qui, par conséquent, se dirigent vers les centres (centripètes) et sont transformées en excitations motrices (centrifuges), peut être abordée maintenant. Nous avons démonté, en somme, l'architecture si complexe des centres nerveux. Dans une vue générale, nous allons étudier les voies qui relient les différents étages de l'édifice et qui établissent leurs relations avec l'extérieur. A la périphérie de l'organisme sont les antennes réceptrices ; le système nerveux centralise leurs renseignements, les ordonne, les transforme, les emmagasine ou les transmet aux organes moteurs ou glandulaires.

Substance grise. — L'écorce cérébrale et les noyaux centraux sont le point de départ ou d'arrivée de neurones qui y ont par conséquent leur origine ou leur terminaison.

L'écorce cérébrale présente des régions qui sont fonctionnellement systématisées. La physiologie et l'anatomie pathologique ont déterminé des centres actuellement bien connus. Sans empiéter sur la physiologie, disons que la *circonvolution frontale ascendante* présente les *centres des mouvements volontaires des muscles du côté opposé du corps*. Des cellules qui se

trouvent dans cette région partent donc les cylindraxes moteurs. La *troisième circonvolution frontale dans l'hémisphère gauche* et la région profonde qui lui est adjacente renferment le *centre du langage articulé.*

La circonvolution pariétale ascendante est le principal centre sensitif ; c'est là qu'aboutissent, après relais dans la couche optique, la plus grande partie des fibres qui ont recueilli les éléments des sensations. Au niveau du *pli courbe* serait localisé le *centre de la cécité verbale* : le malade atteint de cécité verbale n'attribue plus aux mots et aux phrases qu'il lit le sens qu'il savait leur donner auparavant ; il lit le mot et celui-ci n'a pour lui aucune signification.

Dans le *lobe temporal gauche* se trouve un autre centre qui, s'il est lésé, donne une nouvelle variété d'aphasie dite sensorielle : celui de la *surdité verbale :* le malade entend les mots de façon normale, mais ceux-ci n'ont pour lui aucune signification ; c'est comme s'il entendait une langue étrangère.

La partie interne du lobe occipital contient les centres visuels. C'est dans cette région, appelée *cunéus,* qu'aboutissent les voies optiques. Les bords de la scissure calcarine reçoivent les impressions visuelles recueillies par la moitié temporale du même côté et par la moitié nasale de la rétine du côté opposé. La destruction de la scissure calcarine gauche provoquera donc la perte de la vision dans la moitié gauche des deux champs visuels que nous venons de désigner. On donne le nom d'hémianopsie à cette perte de la fonction d'une moitié de chaque rétine.

Tels sont les principaux centres où aboutissent des neurones sensitifs ou sensoriels qui sont l'origine de neurones moteurs (Voir *Physiologie*).

Les relations des noyaux gris centraux commencent à être connues. Les *noyaux lenticulaire et caudé* semblent avoir particulièrement des fonctions motrices ; les neurones qui en partent sont des neurones descendants qui se mettent en relation avec le *corps de Luys,* le *locus niger,* les *noyaux rouges,* le *bulbe* et la *moelle.*

Ils semblent être des organes régulateurs du tonus musculaire et des centres de l'automatisme. Leur lésion détermine des tremblements et de la rigidité ; la maladie de Parkinson et les troubles moteurs qui suivent parfois l'encéphalite épidémique ont leur substratum anatomopathologique dans les lésions de cet appareil strié dont l'étude, d'ailleurs, est loin d'être terminée.

La *couche optique* recueille les neurones sensitifs qui proviennent des étages sous-jacents et qui lui sont apportés par le ruban de Reil ainsi que des fibres qui proviennent des pédoncules cérébelleux supérieurs. Sa destruction amène la disparition de la sensibilité, surtout la sensibilité profonde du côté du corps opposé à la lésion.

Substance blanche. — La substance blanche comprend trois groupes de fibres : les *fibres d'association,* c'est-à-dire celles qui unissent entre elles les différentes régions de l'écorce d'un même hémisphère ; les *fibres commissurales,* qui relient les régions symétriques des deux hémisphères, et les *fibres de projection,* c'est-à-dire celles qui constituent les faisceaux centripètes provenant des étages nerveux inférieurs ou des organes des sens ou les faisceaux ou voies centrifuges, c'est-à-dire celles qui se rendent aux étages nerveux inférieurs. Nous allons les étudier successivement.

Les *fibres d'association* prennent naissance dans l'écorce cérébrale d'un hémisphère et s'y terminent. Elles se groupent en paquets, formant ainsi des faisceaux dont les uns sont courts, c'est-à-dire vont d'une circonvolution à l'autre (faisceaux arqués), tandis que d'autres

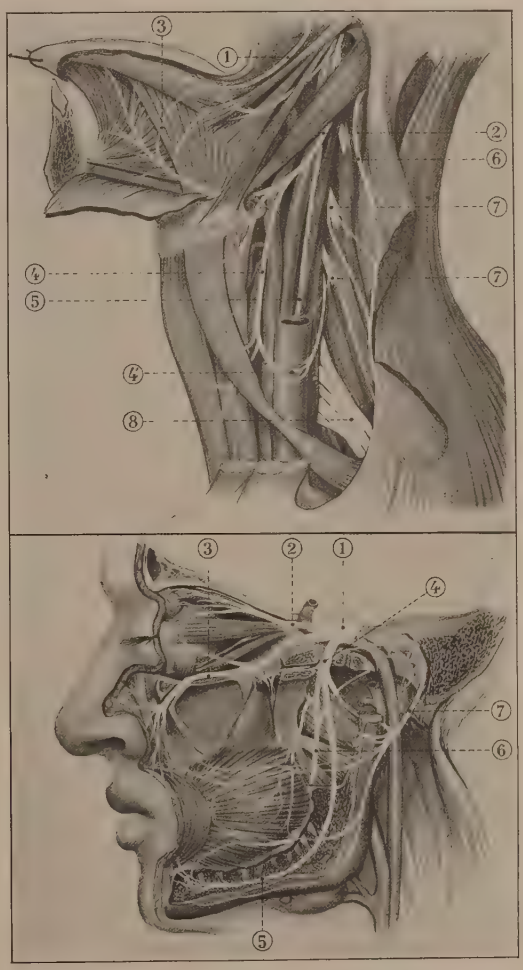


Fig. 82. — NERFS DU COU ET DE LA FACE. *En haut :* Nerfs des régions latérales du cou et de la langue. — 1. *Nerf lingual.* — 2. *Nerf grand hypoglosse.* — 3. *Anastomose entre le lingual et l'hypoglosse.* — 4. *Branche descendante de l'hypoglosse.* — 4'. *Son anse avec le plexus cervical.* — 5. *Nerf pneumogastrique.* — 6. *Nerf spinal.* — 7. 7. *Plexus cervical.* — 8. *Plexus brachial.* *En bas :* Nerfs de la face. — 1. *Ganglion de Gasser.* — 2. *Nerf ophtalmique.* — 3. *Nerf maxillaire supérieur.* — 4. *Nerf maxillaire inférieur.* — 5. *Nerf dentaire inférieur.* — 6. *Nerf lingual.* — 7. *Nerf facial.* (Moreaux, del., imité de Hirschfeld.)

ont des trajets beaucoup plus longs. Parmi ceux-ci, signalons : le *faisceau longitudinal supérieur* qui part du lobe frontal et qui se termine, partie dans le lobe occipital, partie dans le lobe temporal, en occupant la grande circonvolution limbique ; le *faisceau longitudinal inférieur*, tendu du lobe temporal au lobe occipital ; le *faisceau ansiforme*, qui va du lobe orbitaire au pôle de l'insula et à la pointe du lobe temporal. Ces faisceaux, en réunissant ainsi des régions différentes de l'écorce, jouent sans doute un rôle important dans l'élaboration des phénomènes intellectuels, dans les fonctions de souvenirs, par exemple.

Les *fibres commissurales* sont contenues dans le corps calleux, le trigone et la commissure blanche antérieure. Nous en avons parlé à propos de ces formations (Voir p. 88).

Les *faisceaux des fibres de projection* constituent des voies multiples dont les unes sont sensorielles et sensitives et dont les autres sont motrices.

La voie sensitive et la voie motrice se poursuivent, bien entendu, au delà du cerveau. Examinons leur trajet.

TRAJET DES VOIES DE CONDUCTION CENTRALE SENSITIVES ET MOTRICES.

Voies motrices. — Elles sont au nombre de deux : la voie motrice centrale et la voie cérébelleuse.

Voie motrice centrale (fig. 79). — La voie motrice centrale ou volontaire est constituée par le faisceau géniculé et le faisceau pyramidal. Ces deux faisceaux prennent

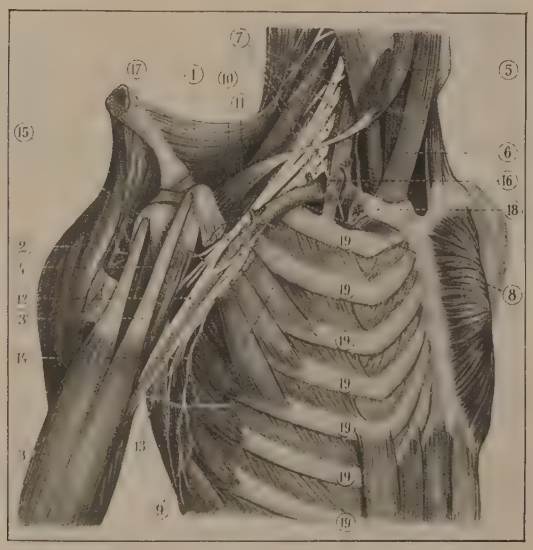


Fig. 83. — PLEXUS BRACHIAL 1. *Muscle trapèze.* — 2. *Muscle deltoïde.* — 3. *Longue portion du biceps.* — 3'. *Courte portion.* — 4. *Muscle coraco-brachial.* — 5. *Muscle omo-hyoïdien.* — 6. *Muscle cléido-hyoïdien.* — 7. *Plexus brachial.* — 8. *Artère axillaire.* — 9. *Muscle petit pectoral.* — 10. 11. *Racines externe et interne du médian.* — 12. *Nerf médian.* — 13. *Nerf cubital.* — 14. *Nerf du grand dentelé.* — 15. *Nerf du biceps et du coraco-brachial.* — 16. *Nerf du muscle sous-clavier.* — 17. *Clavicule coupée et relevée (partie externe).* — 18. *Clavicule coupée (partie interne).* — 19. 19. 19. *Côtes.* (Moreaux, del.)

naissance dans la circonvolution frontale ascendante, ainsi que sur la lèvre correspondante de la scissure de Rolando. Le premier naît dans le quart inférieur de cette circonvolution : il se termine dans les noyaux moteurs du bulbe et de la protubérance. Pour s'y rendre, il traverse le centre ovale, pénètre dans la capsule interne dont il occupe le genou, d'où son nom de *faisceau géniculé*, passe dans le pied du pédoncule cérébral (cinquième interne de ce pied). Il arrive alors dans la protubérance, où ses fibres s'entrecroisent avec celles du faisceau opposé pour aboutir aux noyaux des nerfs craniens moteurs. Le faisceau géniculé tient donc sous sa dépendance la motilité de la moitié de la face opposée à son origine : faisceau géniculé droit = moitié gauche de la face, et inversement. Il existe, en petit nombre d'ailleurs, quelques fibres directes. Enfin les muscles frontal, sourcilier et orbitaire, muscles groupés autour de l'orbite et innervés comme les autres muscles de la face par le nerf facial, auraient un deuxième centre dans le lobule du pli courbe. Ce fait explique qu'ils ne sont pas paralysés dans les paralysies faciales d'origine centrale.

Le faisceau pyramidal naît dans les trois quarts supérieurs de la circonvolution frontale ascendante. Comme le faisceau géniculé, il traverse le centre ovale et gagne le segment antérieur du bras postérieur de la capsule interne, arrive dans le pied du pédoncule, où le système pyramidal entier s'étale dans les quatre cinquièmes internes ; les fibres destinées à la moelle occupent surtout les troisième et quatrième cinquième internes. Dans ce segment postérieur de la capsule interne, les fibres motrices occupent une situation d'autant plus antérieure qu'elles proviennent de segments plus inférieurs de la circonvolution frontale ascendante, plus voisins de la scissure de Sylvius (Déjerine). Nous avons déjà vu que les fibres destinées à la tête se groupent au niveau du genou de la capsule, tandis que les fibres les plus reculées appartiennent à la mobilité du membre inférieur. Le faisceau pyramidal descend alors dans la partie antérieure de la protubérance annulaire, puis dans le bulbe où il devient superficiel. Il y forme les pyramides. A la partie inférieure du bulbe, il se divise en trois faisceaux d'inégale importance dont nous avons parlé en étudiant la moelle épinière.

Le plus volumineux, le *faisceau pyramidal croisé*, est ainsi appelé parce que ses fibres s'entrecroisent au niveau du bulbe avec celles du côté opposé. Celles-ci aboutissent aux divers étages des cornes antérieures de la moelle autour des cellules radiculaires.

Le second faisceau, *faisceau pyramidal direct*, ne s'entrecroise pas au niveau du bulbe ; il descend dans la moelle le long du sillon médian antérieur. Ses fibres se terminent, comme celles du faisceau pyramidal croisé, autour des cellules radiculaires des cornes antérieures, après s'être entrecroisées dans la moelle : ainsi donc ce faisceau, malgré son nom, se distribue au côté du corps opposé à celui de l'hémisphère d'où il provient.

Le troisième faisceau, très grêle, est le *faisceau homo-*

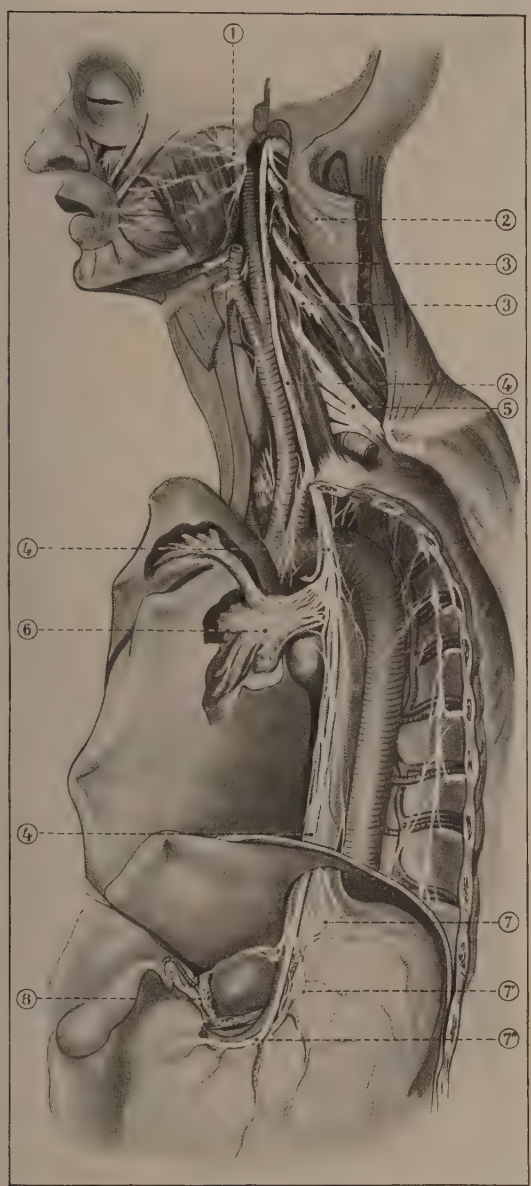


Fig. 84. — NERFS DU COU, DU THORAX ET DE LA PARTIE SUPÉRIEURE DE L'ABDOMEN. VUE LATÉRALE GAUCHE ø (La partie gauche du thorax est supprimée). — 1. *Nerf facial.* — 2. *Nerf spinal (bande externe).* — 3. 3. *Plexus cervical.* — 4. 4. *Nerf pneumo-gastrique gauche.* — 5. *Plexus brachial.* — 6. *Plexus pulmonaire* (le poumon est écarté en avant). — 7. 7' *Nerfs de l'estomac.* — 7". *Nerf principal de la petite courbure.* — 8. *Nerfs du foie* (le foie est relevé).

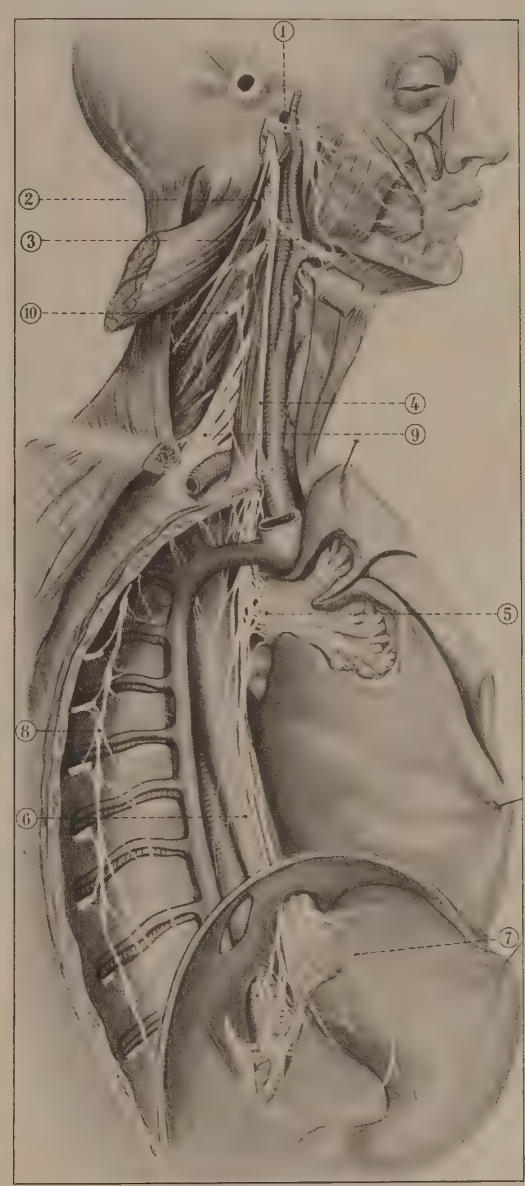


Fig. 85. — NERFS DU COU, DU THORAX ET DE LA PARTIE SUPÉRIEURE DE L'ABDOMEN. VUE LATÉRALE DROITE ø (La partie droite du thorax est supprimée). — 1. *Nerf facial.* — 2. *Nerf spinal (branche externe).* — 3. *Nerf grand hypoglosse.* — 4. *Nerf pneumogastrique.* — 5. *Plexus pulmonaire.* — 6. *Plexus œsophagique.* — 7. *Nerfs de la face antérieure de l'estomac.* — 8. *Sympathique thoracique.* — 9. *Plexus brachial.* — 10. *Plexus cervical.* (Moreaux, del., d'après Hirschfeld modifié.)

latéral de Muratow. Il est constitué par des fibres qui descendent dans la moelle près du faisceau pyramidal croisé et se ramifient autour des cornes antérieures du même côté ; c'est le seul faisceau moteur direct, mais il est de faible importance.

On peut dire, en résumé, que la voie motrice volontaire née au niveau de la circonvolution frontale ascendante est croisée et que toute lésion siégeant au-dessus de l'entrecroisement détermine une paralysie des muscles du côté opposé à la lésion.

Voie motrice cérébelleuse. — Cette voie comprend d'une part des fibres qui unissent le cerveau au cervelet et de l'autre des fibres qui descendent du cervelet dans la moelle.

L'écorce cérébrale n'est reliée au cervelet que par des voies indirectes. Elle semble jouer vis-à-vis du cervelet un rôle de contrôle, de régulation. Ces relations indirectes sont constituées par un faisceau de fibres dont les cellules d'origine siègent dans les deuxième et troisième circonvolutions temporales. Il constitue le *faisceau de Meynert*. Après avoir passé sous le noyau lenticulaire puis à la partie postérieure et inférieure de la capsule interne, il traverse le pédoncule cérébral dont il occupe le cinquième externe et se termine dans les noyaux gris de la protubérance. Les cellules de ces noyaux envoient à leur tour leurs fibres dans l'écorce cérébelleuse. L'autre relation motrice entre le cerveau et le cervelet est représentée par des fibres qui s'étendent du lobe pariétal aux noyaux rouges du pédoncule cérébral, eux-mêmes en relation avec le cervelet.

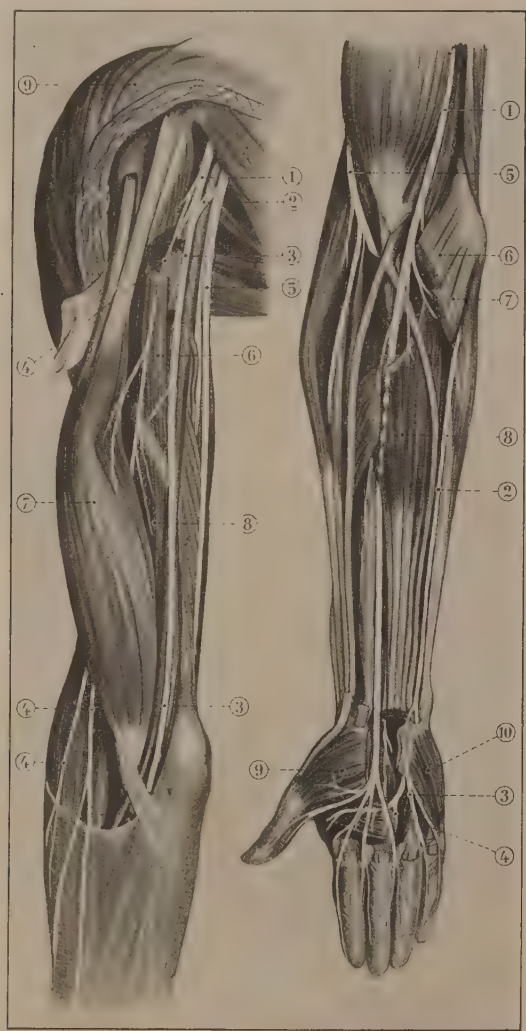


Fig. 86. — NERFS DE LA FACE ANTÉRIEURE DU MEMBRE SUPÉRIEUR. *A gauche :* Nerfs du bras. — 1. *Racine externe du nerf médian.* — 2. *Sa racine interne.* — 3. *Nerf médian.* — 4. *Nerf musculo-cutané.* — 5. *Nerf cubital.* — 6. *Muscle coraco-brachial.* — 7. *Biceps (un peu écarté en dehors).* — 8. *Muscle brachial antérieur.* — 9. *Deltoïde.* — Plusieurs muscles (comme la partie inférieure et interne du deltoïde) ont été coupés pour laisser voir les trajets des nerfs que normalement ils recouvrent. *A droite :* Nerfs de l'avant-bras. — 1. *Nerf médian.* — 2. *Nerf cubital avec (au niveau de la main) :* 3. *sa branche superficielle et* 4. *sa branche profonde.* — 5. *Nerf musculo-cutané.* — 6. *Muscle rond pronateur.* — 7. *Muscle grand palmaire.* — 8. *Muscle fléchisseur commun superficiel des doigts.* — 9. *Muscles de l'éminence thénar.* — 10. *Muscles de l'éminence hypothénar.* — Au niveau des doigts, le médian donne les sept premiers nerfs collatéraux palmaires, le cubital les trois derniers. — Comme dans la figure précédente, plusieurs muscles ont été coupés ou enlevés. (Moreaux, del.)

Les voies descendantes ou motrices cérébello-médullaires sont aussi des voies indirectes, ou tout au moins ce sont celles-ci qui sont les mieux connues. Elles forment le *faisceau rubro-spinal* qui part du noyau rouge situé dans le pédoncule et qui est relié directement au cervelet. Ce faisceau descend ensuite dans la moelle où il longe le faisceau pyramidal croisé et se termine autour des cellules radiculaires antérieures. Un autre faisceau, indirect celui-ci, va du cervelet à la moelle ; il naît des noyaux centraux du cervelet et se rend à des noyaux bulbaires d'où les fibres repartent pour gagner la substance grise de la moelle.

VOIES SENSITIVES (fig. 80). — La voie motrice, comme nous l'avons vu, est centrifuge, c'est-à-dire va des centres à la périphérie ; la voie sensitive est, au contraire, centripète, c'est-à-dire remonte depuis les ganglions des nerfs rachidiens et des nerfs craniens jusqu'au cerveau.

Les fibres sensitives forment dans la moelle épinière : les cordons postérieurs (fibres de la sensibilité profonde) ; le cordon latéral, constitué par des fibres cordonales qui s'entrecroisent immédiatement (fibres préposées aux sensations thermiques douloureuses et tactiles). Il est admis que la substance grise est aussi une voie de conduction de la sensibilité.

Les fibres du cordon postérieur se terminent dans les noyaux bulbaires de Goll et de Burdach (premier relais). De ces noyaux partent des fibres nouvelles qui s'entrecroisent et forment, dans la protubérance et les pédoncules, le ruban de Reil, qui se grossit, à mesure qu'il monte, des fibres sensitives qui proviennent des nerfs craniens mixtes ou sensitifs (trijumeau en particulier). Le ruban de Reil remonte dans le pédoncule ainsi que les fibres qui étaient situées dans le cordon latéral et qui sont adjointes à lui pour aboutir à la couche optique. Celle-ci constitue le deuxième relais.

Enfin, de la couche optique repartent les fibres sensitives qui constituent la troisième étape. Après avoir traversé le segment postérieur de la capsule interne, où elles se mêlent aux fibres pyramidales, elles se terminent dans la circonvolution pariétale ascendante. La voie sensitive, comme la voie motrice, est entrecroisée. Une lésion de la couche optique, par exemple, déterminera une anesthésie de la moitié du corps opposée à la lésion.

A côté de cette grande voie de la sensibilité générale, il existe une *voie sensitive cérébelleuse*. La voie sensitive cérébelleuse médullaire est constituée par les faisceaux

cérébelleux direct et de Gowers, qui aboutissent au vermis cérébelleux.

Le cervelet reçoit en outre des impressions qui lui sont amenées par les nerfs craniens et en particulier par la branche vestibulaire du nerf acoustique. Cette branche provient des canaux semi-circulaires de l'oreille interne, organes qui jouent un rôle important dans l'équilibration et dans l'orientation. Ces fibres aboutissent dans la protubérance à un noyau, le noyau de Deiters. De ce noyau partent des fibres qui pénètrent dans le cervelet par le pédoncule cérébelleux inférieur. Le cervelet reçoit ainsi les excitations périphériques de l'organe de l'orientation.

Nous avons vu précédemment quelles étaient les voies descendantes, c'est-à-dire motrices du cervelet.

Les voies sensorielles, optiques, olfactives, acoustiques et gustatives seront examinées en même temps que les nerfs craniens affectés aux organes des sens.

Circulation cérébrale. — La fusion des deux artères vertébrales, c'est-à-dire le tronc basilaire d'une part et les deux carotides internes d'autre part, assurent la circulation artérielle du cerveau. A la base de celui-ci, accolé au chiasma optique, existe une formation artérielle dessinant un polygone, le *polygone ou cercle de Willis*. De celui-ci partent les artères cérébrales, au nombre de trois pour chaque hémisphère : l'artère cérébrale antérieure, l'artère cérébrale moyenne ou sylvienne, l'artère cérébrale postérieure.

Ces vaisseaux, près de leur origine, émettent à angles droits de petites branches qui plongent directement dans l'intérieur du cerveau sans s'anastomoser entre elles et irriguent les noyaux gris et la substance blanche. Ces rameaux, indépendants les uns des autres, sont mal protégés contre les variations brusques de la pression artérielle. Ce sont eux qui sont exposés le plus souvent à la rupture : l'hémorragie cérébrale qui en résulte inonde le territoire nerveux répondant aux vaisseaux, et tout territoire inondé est fonctionnellement supprimé. Fait curieux : certaines artérioles sont plus prédisposées que d'autres à cette rupture : ce sont, en particulier, celles qui irriguent la capsule interne et les noyaux striés. L'une d'entre elles, l'artère lenticulo-striée externe, a reçu de Charcot le nom bien significatif d'*artère de l'hémorragie cérébrale* ; sa rupture inondant le parcours des voies motrices et sensitives dans la capsule interne détermine une paralysie de toute la moitié opposée du corps, l'hémiplégie.

Les artères destinées à l'écorce cérébrale provenant des trois artères que nous avons signalées s'attardent à la surface des circonvolutions ; elles la sillonnent et y présentent de nombreuses flexuosités. Après avoir pénétré dans la pie-mère, elles se résolvent en un riche réseau, formé par des mailles nombreuses, largement anastomosées, d'où partent les artérioles finales destinées à la substance nerveuse. Celles-ci sont terminales, c'est-à-dire qu'elles ne s'anastomosent plus entre elles, une fois qu'elles ont pénétré dans le cerveau. L'oblitération

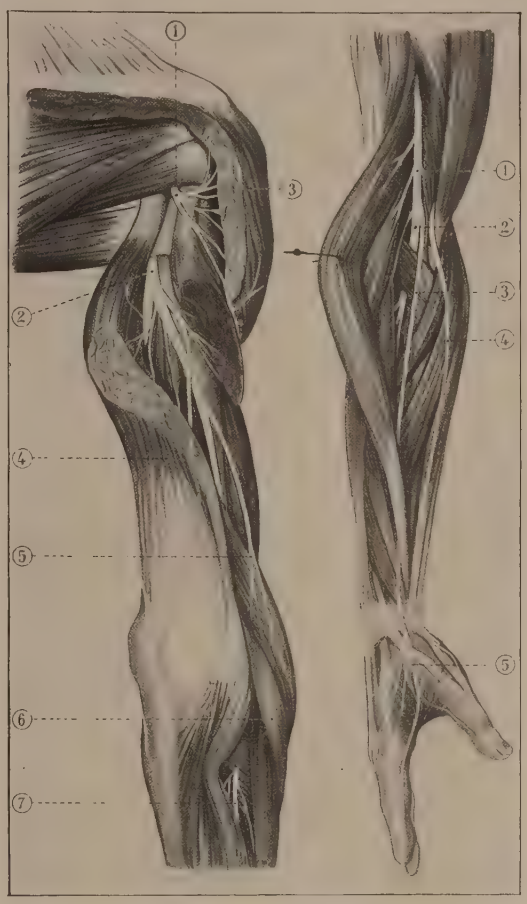


Fig. 87. — NERFS DE LA FACE POSTÉRIEURE DU MEMBRE SUPÉRIEUR. *A gauche :* Epaule et bras. — 1. *Nerf circonflexe.* — 2. *Nerf radial.* — 3. *Muscle deltoïde* (coupé). — 4. *Triceps* (coupé). — 5. *Long supinateur.* — 6. *Muscles radiaux.* — 7. *Branche antibrachiale profonde du radial.* — *A droite :* Avant-bras (Les muscles qui recouvrent les nerfs sont écartés à l'aide d'un crochet). — 1. *Nerf radial.* — 2. *Sa branche motrice.* — 3. *Sa branche cutanée.* — 4. *Nerf musculo-cutané.* — 5. *Terminaison du radial à la main.* (Moreaux, del.)

d'un gros tronc comme celle d'un petit vaisseau détermine la destruction par nécrose du territoire irrigué ou ramollissement cérébral.

Les voies de retour sont assurées par des veines, dont le trajet est semblable à celui des artères. Elles aboutissent dans les sinus veineux que nous avons décrits à l'intérieur de la dure-mère. Le sang des sinus s'écoule par une voie principale, la veine jugulaire interne, et par des voies secondaires ; celles-ci sont représentées en avant par les veines ophtalmiques et les veines faciales ; en arrière, par les plexus veineux rachidiens. Au niveau de la voûte, quelques anastomoses unissent la circulation veineuse endocranienne à la circulation veineuse du cuir chevelu.

Quant au liquide rachidien, qui baigne intérieurement et extérieurement tout le système veineux central,

il semble sécrété par les plexus choroïdes que nous avons rencontrés dans les ventricules de l'encéphale et du bulbe. Mais nous ignorons ce que devient ce liquide transparent et clair comme de l'eau de roche, d'une densité faible, le plus pur de l'organisme. Quelles sont ses voies d'évacuation? les lymphatiques ou les veines? Nous ne le savons pas encore de façon précise. Or, nous n'ignorons plus que le liquide céphalo-rachidien reflète dans ses caractères physico-chimiques l'état du système nerveux. La ponction lombaire nous fournit, dans les maladies des centres nerveux et de leurs enveloppes, de précieux renseignements. Le liquide céphalo-rachidien lui-même est un intermédiaire utilisé en thérapeutique. Le problème de sa circulation est donc important à résoudre.

SYSTÈME NERVEUX PÉRIPHÉRIQUE

Le système nerveux périphérique est constitué par des cordons plus ou moins volumineux, les nerfs, qui partent soit de la moelle (*nerfs rachidiens*), soit de l'encéphale (*nerfs craniens*), soit du système sympathique (*nerfs sympathiques*). Ces derniers nerfs sont souvent appelés nerfs de la vie végétative, par opposition aux précédents qui sont les nerfs de la vie de relation.

Des ganglions, petits renflements renfermant les cellules nerveuses, sont annexés à ces différentes sortes de nerfs.

NERFS RACHIDIENS

Les nerfs rachidiens, au nombre de trente et une paires, naissent de la moelle et traversent les trous de conjugaison de la colonne vertébrale pour se rendre aux organes auxquels ils sont destinés. Ils sont mixtes, c'est-à-dire à la fois sensitifs et moteurs.

Ils sont disposés très régulièrement par paires. Chaque paire naît de la moelle par *deux racines:* l'une, dorsale ou *postérieure, sensitive*, est munie d'un renflement ovoïde, le *ganglion spinal* ; l'autre, ventrale ou *antérieure, motrice*, ne porte pas de ganglion.

Le nerf mixte, formé par la réunion des deux racines, se divise bientôt en deux rameaux : dorsal et ventral. Le *rameau dorsal* ou postérieur est destiné aux muscles dorsaux et à la peau qui correspond à ces muscles. Le *rameau ventral* ou antérieur, toujours plus volumineux, est destiné aux muscles de la région ventrale, à ceux des membres et à la peau des régions correspondantes:

Les branches antérieures, contrairement aux branches postérieures qui marchent isolément, se réunissent entre elles au niveau du cou, de la racine des membres, des régions des lombes et au bassin, pour former des plexus : les plexus cervical, brachial, lombaire, sacré et sacro-coccygien. Au niveau du thorax, les nerfs conservent, à leur origine, leur individualité et forment les nerfs intercostaux.

PLEXUS CERVICAL. Formé par les quatre premiers nerfs cervicaux, ce plexus innerve, par ses branches cutanées, la peau des régions antérieures du cou, la partie postérieure de la face, le pavillon de l'oreille, la peau des régions mastoïdienne et occipitale (branches cervicale transverse, auriculaire, mastoïdienne). Par ses branches sus-claviculaire et sus-acromiale, il innerve les téguments de la région claviculaire, la partie supérieure de la poitrine et du moignon de l'épaule.

Les branches profondes du plexus sont destinées particulièrement à des muscles de la région antérieure du cou. L'une de ses branches, très importante, le *nerf phrénique*, descend dans le thorax pour innerver le diaphragme. L'électrisation de ce nerf, explorable à la région du cou, est parfois pratiquée en cas de syncope pour réveiller les mouvements inspiratoires. D'autres rameaux du plexus anastomosés à un nerf cranien, le *spinal*, innervent les muscles sterno-cléido-mastoïdien et trapèze.

PLEXUS BRACHIAL (fig. 83, 86 et 87). Ce plexus, destiné au membre supérieur, est formé par l'entrelacement des branches antérieures des quatre dernières paires cervicales et de la première dorsale. Il occupe, à droite et à gauche, la partie latérale de la base du cou, le creux sus-claviculaire.

Par ses branches collatérales, il innerve ; 1° des muscles du thorax : le grand et le petit pectoral et le grand dentelé ; 2° des muscles de l'épaule : le sus-épineux, le sous-épineux, le sous-scapulaire, le grand rond ; il envoie même un rameau au grand dorsal et deux de ses branches passent à la nuque, où elles innervent l'angulaire et le rhomboïde. Un rameau sensitif, l'*accessoire du brachial cutané interne*, descend jusqu'au coude et innerve la peau de la face interne du bras.

Le plexus brachial s'anastomose avec le plexus cervical, avec le deuxième nerf intercostal et avec le grand sympathique.

Les branches terminales du plexus brachial sont au nombre de six : les nerfs circonflexe, brachial cutané interne, musculo-cutané, médian, cubital et radial. Elles naissent dans le creux de l'aisselle au voisinage des gros vaisseaux axillaires.

Le *nerf circonflexe* innerve les muscles petit rond et deltoïde, ainsi que la peau du moignon de l'épaule.

Le *nerf brachial cutané interne* est superficiel et suit la face interne du bras jusqu'au pli du coude où il se divise en deux branches (antérieure et postérieure) destinées à la peau de la moitié interne de l'avant-bras.

Le *nerf musculo-cutané*, issu de la racine externe du médian, se distribue par ses branches collatérales aux muscles biceps, brachial antérieur et coraco-brachial, et par ses branches terminales à la peau de la moitié externe de l'avant-bras.

Le *nerf médian*, très volumineux, est formé dans le creux de l'aisselle par deux branches ou racines, l'une

externe, l'autre interne. Après avoir longé la face interne du bras au voisinage de l'artère humérale qui le croise en X allongé pour se placer en dehors de lui, il parcourt l'avant-bras, le poignet et se termine dans la main.

Son territoire moteur comprend les muscles rond pronateur, grand palmaire, petit palmaire, fléchisseur commun superficiel des doigts, long fléchisseur du pouce, les faisceaux externes du fléchisseur profond des doigts et le carré pronateur. C'est le nerf de la pronation et, avec le cubital, le nerf de la flexion de la main et des doigts. Ses branches terminales, au nombre de six, innervent les muscles de l'éminence thénar, à l'exception de l'adducteur du pouce ; les deux premiers lombricaux et la peau des doigts, à l'exception de la moitié interne de l'annulaire et du petit doigt.

Le *nerf cubital* naît, comme le brachial cutané interne, de la racine interne du médian. Il suit la face interne du bras, passe à la face postérieure du coude dans la gouttière épitrochléo-olécranienne où sa pression détermine un élancement douloureux dans la région du petit doigt, parcourt l'avant-bras et se termine au côté interne de la main. Il innerve les muscles cubital antérieur, les deux faisceaux internes du fléchisseur profond, les muscles du petit doigt, tous les interosseux, les deux derniers lombricaux, l'adducteur du pouce et le faisceau interne du court fléchisseur du pouce.

Ce nerf est complémentaire du nerf médian, assurant avec lui la flexion de la main et des doigts et permettant à lui seul l'écartement de ceux-ci et la flexion des premières phalanges.

Le *nerf radial*, aussi volumineux que le nerf médian, naît dans l'aisselle, profondément ; puis il parcourt la face postérieure du bras, décrivant contre l'humérus un tour de spire qui le conduit à la face antérieure de l'avant-bras où il se divise en deux branches terminales. Le radial, par ses branches collatérales, innerve la peau de la région postérieure du bras et les muscles triceps, long supinateur et premier radial externe. De ses deux branches terminales, l'une, postérieure, musculaire, innerve tous les muscles de la région postérieure de l'avant-bras ; l'autre, antérieure, est sensitive ; elle gagne le dos de la main où elle fournit l'innervation dorsale de la peau du pouce, de l'index et de la moitié du médius. Le nerf radial est le nerf de l'extension de l'avant-bras sur le bras, du poignet sur l'avant-bras, et des doigts.

NERFS INTERCOSTAUX (fig. 89). Les nerfs intercostaux sont au nombre de douze. Chacun d'eux, anastomosé avec le sympathique thoracique, parcourt l'espace intercostal correspondant dont il innerve les muscles ; les six derniers concourent à l'innervation du diaphragme. Ils donnent la sensibilité aux téguments de la paroi latérale et antérieure du thorax et à la plèvre. Leur situation superficielle permet de déterminer une violente douleur par la pression lorsqu'ils sont atteints de névralgie.

PLEXUS LOMBAIRE (fig. 88). Situé dans la cavité abdominale, dans l'épaisseur du muscle psoas, le plexus lombaire est formé par les branches antérieures des quatre premiers nerfs lombaires.

Ses branches collatérales sont au nombre de quatre. Le *grand abdomino-génital* innerve les trois muscles larges de l'abdomen, les téguments de la partie antérieure du ventre et le scrotum. Le *petit abdomino-génital* a la même distribution que le précédent. Le nerf *fémoro-cutané*, exclusivement sensitif, se distribue à la partie externe de la fesse et la région antéro-externe de la cuisse. Le nerf *génito-crural*, également sensitif, se distribue au scrotum et à la peau de la face antérieure de la cuisse.

Les branches terminales du plexus lombaire sont le nerf obturateur et le nerf crural.

Le nerf *obturateur* sort du bassin par le trou obturateur et se distribue aux muscles petit, moyen et grand abducteur et au droit interne. Ses rameaux cutanés se portent à la face interne du genou.

Le nerf *crural* est le plus volumineux des nerfs du plexus lombaire. Il sort du bassin en même temps que le psoas. Arrivé à la face antérieure de la cuisse, il se divise en quatre branches terminales dont trois innervent les muscles antérieurs de la cuisse, couturier, moyen adducteur, pectiné, quadriceps, et fournissent à la peau de la région, tandis que la quatrième, le nerf saphène interne, se distribue à la peau de la face interne de la jambe jusqu'au pied.

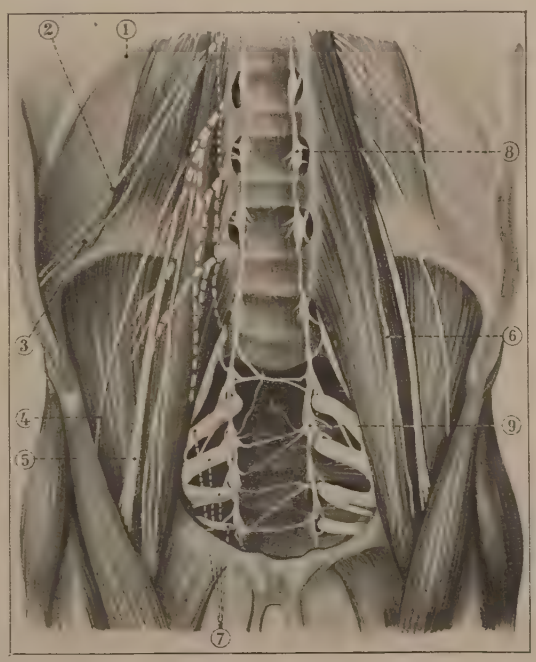


Fig. 88. — PLEXUS LOMBAIRE. 1. *Nerf douzième intercostal.* — 2. 3. *Nerf grand et petit abdomino-génital.* — 4. *Nerf fémoro-cutané.* — 5. *Nerf crural.* — 6. *Nerf génito-crural.* — 7. *Racines du plexus sacré.* — 8. *Sympathique lombaire.* — 9. *Sympathique sacré.* (Moreaux, del.)

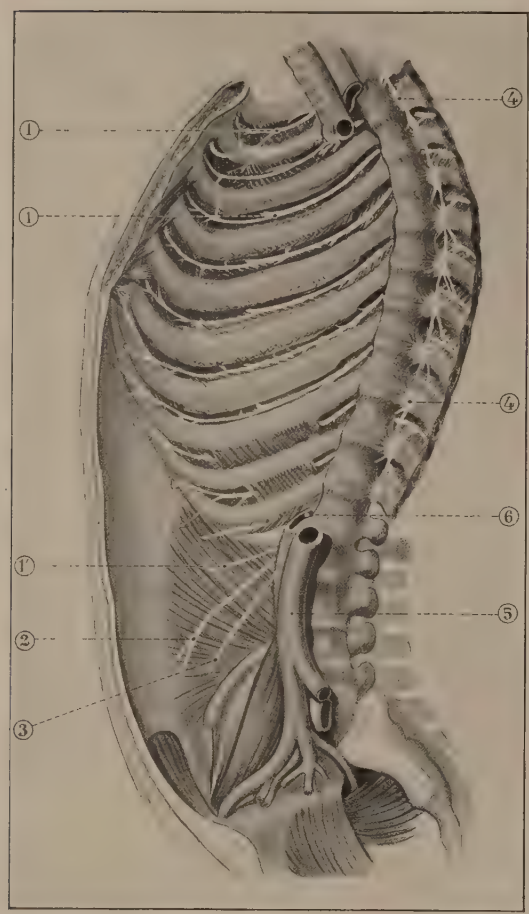


Fig. 89. — NERFS INTERCOSTAUX ✎ La planche représente la face interne de la cage thoracique. Ce sont donc les nerfs intercostaux droits qui y sont représentés. — 1. 1., etc. *Nerfs intercostaux.* — 1'. *Douzième nerf intercostal.* — 2. *Grand nerf abdomino-génital.* — 3. *Petit nerf abdomino-génital.* — 4. *Sympathique thoracique.* — 5. *Aorte.* — 6. *Veine cave inférieure* (ces deux derniers vaisseaux, coupés, sont privés de leur partie supérieure). (Moreaux, del.)

PLEXUS SACRÉ (fig. 90). ✎ ✎ Le plexus sacré, formé par les branches antérieures du cinquième nerf lombaire et des trois premiers nerfs sacrés, est situé à la partie supérieure du petit bassin.

Ses branches collatérales se distribuent aux muscles fessiers et pelvi-trochantériens à l'exception de l'obturateur externe, aux muscles du périnée, aux téguments de la face postérieure de la cuisse. L'une d'entre elles, le nerf *honteux interne*, contribue avec le sympathique à l'innervation des organes urinaires inférieurs et des organes génitaux externes ainsi que des muscles annexés à ces organes.

Le plexus sacré se termine par une seule branche, le nerf *grand sciatique*, nerf sensitif et moteur. Il sort du bassin au niveau de la région fessière, parcourt la face postérieure de la cuisse — long trajet que n'ignorent pas ceux qui souffrent de névralgies de ce nerf — jusqu'au jarret où il se divise en deux branches : le nerf *sciatique poplité externe* et le nerf *sciatique poplité interne*. Le premier de ceux-ci contourne la tête du péroné pour se terminer par deux branches qui descendent sur le dos du pied jusqu'au niveau des orteils. Le second se termine par le nerf tibial postérieur après avoir parcouru verticalement la face postérieure de la jambe, se divise en nerfs plantaires destinés aux muscles et aux téguments de la plante du pied. Le nerf sciatique et ses branches tiennent sous leur dépendance :

A la cuisse, les muscles fléchisseurs de la jambe : biceps, demi-tendineux et demi-membraneux, et en partie le grand adducteur ;

Au niveau de la jambe et du pied toute la musculature de ces deux segments de membre, ainsi que l'innervation de la peau, à l'exception d'une aire innervée par le nerf saphène interne, branche du nerf crural.

PLEXUS SACRO-COCCYGIEN. ✎ ✎ Il est constitué par les deux derniers nerfs sacrés et le nerf coccygien. Rudimentaire, ce plexus envoie des rameaux aux téguments de la région coccygienne et des filets à la portion terminale du sympathique.

NERFS CRANIENS

Les nerfs craniens naissent de l'encéphale ou du bulbe et traversent les trous de la base du crâne pour se rendre aux régions auxquelles ils sont destinés. On en compte douze paires, chacun étant double : I, nerf olfactif ; II, nerf optique ; III, nerf moteur oculaire commun ; IV, nerf pathétique ; V, nerf trijumeau ; VI, nerf moteur oculaire externe ; VII, nerf facial ; VIII, nerf acoustique ; IX, nerf glosso-pharyngien ; X, nerf pneumogastrique ou vague ; XI, nerf spinal ou accessoire ; XII, nerf grand hypoglosse.

Nous ne décrirons pas ces nerfs individuellement ; mieux vaut les grouper comme suit :

NERF OLFACTIF ET NERF OPTIQUE. ✎ ✎ Le nerf olfactif est le nerf de l'odorat ; le nerf optique, le nerf de la vision. Envisagés à un point de vue général, ils ne sont pas des nerfs proprement dits, mais plutôt des faisceaux nerveux émanés du cerveau, faisceaux raccordant deux membranes sensibles, la muqueuse pituitaire et la rétine, à des centres cérébraux.

Le *nerf olfactif* reçoit les impressions olfactives par ses filets terminaux qui siègent dans la membrane pituitaire. De là, ces filets traversent les trous de la lame criblée de l'ethmoïde pour aboutir au *bulbe olfactif*, petit renflement qu'on constate à la face inférieure du cerveau et qui constitue l'origine apparente du nerf de l'olfaction. En réalité, les voies olfactives se poursuivent au delà du bulbe pour aboutir aux centres de l'olfaction qui occupent plus spécialement la face interne des hémisphères cérébraux (circonvolution du corps calleux et de l'hippocampe), centres reliés entre eux par un

système commissural dont le trigone cérébral forme l'élément le plus important.

Le *nerf optique* transmet les impressions recueillies au niveau de la rétine par des filets dont l'ensemble constitue le nerf lui-même. Celui-ci, arrondi, traverse la cavité orbitaire, pénètre dans le crâne par le canal optique et aboutit au chiasma. Mais les fibres optiques ne s'arrêtent pas à ce carrefour. Elles se continuent en effet au delà du chiasma dans les bandelettes optiques et en particulier dans la branche externe de cette bandelette qui plonge dans l'intérieur même du cerveau. L'histologie, la pathologie et l'expérimentation ont montré que les fibres optiques contenues dans le même nerf n'avaient pas toutes la même longueur : les unes, courtes, se terminent dans des centres encéphaliques (couche optique, corps genouillé externe, tubercule quadrijumeau antérieur), où s'établissent les réflexes visuels ; les autres, longues, vont directement à l'écorce cérébrale dans la région du cunéus (partie interne du lobe occipital), où se trouve le centre de la perception visuelle. Il est à remarquer encore que les fibres contenues dans chaque nerf optique n'aboutissent pas toutes à l'hémisphère cérébral correspondant. Certaines des fibres sont directes et proviennent de la partie externe de la rétine ; d'autres sont croisées, c'est-à-dire qu'elles aboutissent à l'hémisphère cérébral du côté opposé ; elles proviennent de la partie interne de la rétine. Quant aux fibres maculaires qui tirent leur origine de la macula (Voir *Œil*, p. 100), elles sont en partie directes, en partie croisées. Ces considérations anatomiques sont nécessaires pour comprendre les troubles visuels d'origine centrale et la physiologie de l'organe de la vue.

NERFS MOTEURS DE L'ŒIL. ⌀ ⌀ Ces nerfs sont au nombre de trois paires :

Le *moteur oculaire commun* (troisième paire) prend naissance au niveau du pédoncule cérébral. Il innerve les muscles de l'œil : droit supérieur, droit inférieur, droit interne et petit oblique.

Le *nerf pathétique* (quatrième paire) naît dans le voisinage du précédent. Il se rend dans l'orbite pour innerver le muscle grand oblique.

Le *nerf moteur oculaire externe* (sixième paire) naît sur le plancher du quatrième ventricule. Il gagne l'orbite où il innerve le muscle droit externe (Voir à *Physiologie* l'action conjuguée des muscles de l'œil).

TRIJUMEAU. ⌀ ⌀ Le trijumeau (cinquième paire) est un nerf très volumineux qui prend naissance au niveau de la protubérance annulaire par deux racines, de volume inégal, dont la plus grêle est exclusivement motrice et la plus volumineuse exclusivement sensitive. Près de son origine, il présente un gros ganglion, le ganglion de Gasser, logé dans une dépression qui occupe la face antérieure du rocher. De ce ganglion partent trois branches terminales : le nerf ophtalmique, le nerf maxillaire supérieur et le nerf maxillaire inférieur. En réalité, la racine motrice se continue directement dans le nerf maxillaire inférieur. Les deux premiers nerfs sont sensitifs ; le dernier est mixte, c'est-à-dire moteur et sensitif. A chacun de ces trois nerfs du trijumeau est annexé un petit ganglion sympathique : le *ganglion ciliaire* à la branche ophtalmique, le *ganglion sphéno-palatin* à la branche maxillaire supérieure, et le *ganglion otique* à la branche maxillaire inférieure.

Le *nerf ophtalmique*, par ses trois rameaux, nasal, frontal et lacrymal, qui pénètrent dans l'orbite par la fente sphénoïdale, donne la sensibilité à la région intersourcilière, au nez, aux parois des fosses nasales, à une partie de la région frontale, aux paupières ; enfin, il innerve la glande lacrymale. Le ganglion ophtalmique envoie des filets, les nerfs ciliaires, à l'iris, au muscle ciliaire et à la cornée.

Le *nerf maxillaire supérieur* s'échappe du crâne par le trou grand rond. Il donne la sensibilité aux régions de la face comprenant la lèvre supérieure, l'aile du nez, la région de la pommette ; il innerve les dents de la mâchoire supérieure et contribue à l'innervation de la glande lacrymale. Le ganglion sphéno-palatin, qui lui est annexé, envoie ses rameaux à la muqueuse et à la musculature du palais.

Le *nerf maxillaire inférieur*, ou nerf mandibulaire, est le nerf de la mastication. Les muscles temporal, masséter, ptérygoïdiens sont innervés par lui. Il assure en outre, par le volumineux nerf dentaire inférieur et par l'auriculo-temporal, la sensibilité à la peau de la tempe et de la partie inférieure de la face, aux dents de la mâchoire inférieure, et enfin, par le nerf lingual, il fournit à la langue sa sensibilité générale. Les glandes salivaires sont également innervées par ce nerf ; en réalité ce sont des fibres qui proviennent d'autres nerfs qui arrivent à ces organes, empruntant la voie du trijumeau pour y aboutir.

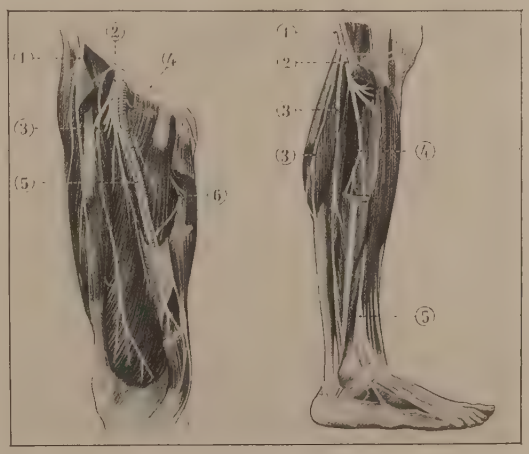


Fig. 90. — NERFS DU MEMBRE INFÉRIEUR ⌀ *A gauche :* Face antérieure de la cuisse. — 1. *Nerf fémoro-cutané.* — 2. *Nerf crural.* — 3. *Nerf du quadriceps.* — 4. *Nerf du pectiné.* — 5. *Nerf saphène interne.* — 6. *Nerf obturateur.* ⌀ *A droite :* Face externe de la jambe. — 1. *Nerf sciatique poplité interne.* — 2. *Nerf sciatique poplité externe.* — 3. *Nerf tibial postérieur.* — 3'. *Nerf du soléaire.* — 4. *Nerf tibial antérieur.* — 5. *Nerf musculo-cutané.* (Moreaux, del.)

Le ganglion otique distribue ses branches au muscle ptérygoïdien interne, au muscle péristaphylin externe, muscle du voile, et au muscle du marteau, osselet de l'oreille, ainsi qu'à la muqueuse de la caisse du tympan : il contribue donc ainsi à innerver l'appareil accommodateur de l'audition.

NERF FACIAL. Le nerf facial (septième paire) est le nerf de la mimique ou de l'expression. Les muscles peauciers de la tête et du cou, dont les contractions variées extériorisent les émotions intérieures (Voir *Myologie*), sont tous innervés par lui ainsi que le muscle de l'étrier, muscle annexé à l'oreille, antagoniste du muscle du marteau. Au nerf facial s'accole une branche, le nerf intermédiaire de Wrisberg, que l'on peut considérer comme sa branche sensitive. Les fibres de l'intermédiaire de Wrisberg passent en partie dans un rameau du facial, la *corde du tympan* (Voir *Physiologie*), qui apporte au nerf lingual la sensibilité générale de la partie antérieure de la langue et innerve les glandes sous-maxillaire et sus-linguale.

NERF AUDITIF. Le nerf auditif (huitième paire) comprend deux branches ou racines : l'une, postérieure ou *nerf vestibulaire*, se distribue au vestibule et aux canaux semi-circulaires tandis que l'autre, antérieure, ou *nerf cochléaire*, innerve le limaçon (Voir *Organes des sens*, p. 99).

NERF GLOSSO-PHARYNGIEN. Le nerf glosso-pharyngien (neuvième paire) est un nerf mixte. Il sort du crâne par le trou déchiré postérieur. Deux petits ganglions lui sont annexés.

Parmi ses branches collatérales, les unes sont sensitives et innervent la muqueuse de la caisse du tympan et de la trompe d'Eustache ; d'autres fusionnées avec des branches du nerf facial, les *nerf pétreux*, aboutissent aux ganglions otique et sphéno-palatin. Quelques rameaux se terminent dans les muscles du pharynx ; enfin les branches terminales forment à la base de la langue un plexus dont les filets sont en relation avec les bourgeons gustatifs. Le glosso-pharyngien est donc le *nerf du goût*.

GROUPE DU VAGUE (fig. 84 et 85). Ce groupe comprend le nerf pneumogastrique et le nerf spinal. Le *nerf spinal* (onzième paire) est un nerf exclusivement moteur. Il sort du crâne par le trou déchiré postérieur et se termine par deux branches dont l'une, *externe*, après s'être anastomosée avec le plexus cervical superficiel, innerve les muscles sterno-cléido-mastoïdien et trapèze, tandis que l'autre, *interne* et très courte, se jette dans le pneumogastrique.

Le *pneumogastrique* s'étend depuis le bulbe rachidien jusqu'au-dessous du diaphragme. Il sort du crâne par le trou déchiré postérieur, parcourt le cou derrière les vaisseaux carotidiens, descend à travers le thorax, appliqué contre l'œsophage.

Arrivé dans l'abdomen, chaque pneumogastrique se termine dans les ganglions semi-lunaires que nous avons vus à propos des nerfs splanchniques. Les branches de ce nerf sont fort nombreuses. Signalons, parmi les principales, les rameaux cardiaques anastomosés avec les branches homonymes du sympathique ; les nerfs laryngés supérieurs et inférieurs (ou récurrents) qui apportent au larynx sensibilité, motricité ; les rameaux pulmonaires, trachéo-bronchiques et pulmonaires (le nerf pneumogastrique est le nerf de la toux) ; les rameaux œsophagiens, et enfin, dans l'abdomen, des nerfs destinés à l'estomac, au foie, au pancréas, à la rate, à l'intestin. Il prend donc une part active, avec le sympathique, à l'innervation dite végétative (Voir, ci-dessous, *Système grand sympathique*).

NERF GRAND HYPOGLOSSE. Ce nerf (douzième et dernière paire) est un nerf spinal, secondairement englobé dans le crâne. Il est pour ainsi dire capté, au cours de l'évolution, par le développement encéphalique et cranien. Il sort du crâne par le trou condylien antérieur, pour gagner la langue dont il innerve tous les muscles. Ses rameaux collatéraux sont destinés aux muscles du cou situés au-dessous de l'os hyoïde.

SYSTÈME GRAND SYMPATHIQUE SYSTÈME NERVEUX AUTONOME

Le système du grand sympathique constitue deux cordons, l'un droit, l'autre gauche, étendus depuis la première vertèbre cervicale jusqu'à la dernière vertèbre sacrée. Chaque cordon présente, au cours de son trajet, des renflements en forme de fuseau, les *ganglions du sympathique*. Ce système est relié au système nerveux cérébro-spinal, c'est-à-dire aux nerfs rachidiens et craniens, par des petits filets anastomotiques, les *rami communicantes*.

Le sympathique envoie des filets nerveux à tous les viscères (cœur, poumons, intestins, glandes, etc.) et aux vaisseaux. Au niveau des organes, ces nerfs sympathiques s'anastomosent pour former des plexus qui présentent eux aussi de petits ganglions appelés ganglions viscéraux ou encore périphériques. Par les *rami communicantes*, le système sympathique envoie donc des fibres aux nerfs rachidiens et aux nerfs craniens, de telle sorte que ces nerfs contiennent définitivement des fibres provenant du système nerveux central et des ganglions sympathiques. Il n'est donc plus exact au point de vue anatomique de distinguer de façon absolue le système nerveux de la vie de relation du système nerveux de la vie végétative. *Tous les organes sont en relation avec le système nerveux sympathique comme ils sont en relation avec le système nerveux cérébro-spinal.*

Au point de vue topographique, on distingue quatre portions au système nerveux sympathique : cervical, thoracique, lombaire et sacré.

SYMPATHIQUE CERVICAL. ⌀ ⌀ Il comprend trois ganglions, dont deux volumineux : le supérieur et l'inférieur.

Les branches les plus importantes du sympathique cervical sont : celles qui gagnent les vaisseaux du cerveau ; celles qui s'anastomosent avec les nerfs craniens ; les rameaux destinés à la glande thyroïde, et enfin les rameaux cardiaques. Depuis quelques années, la chirurgie a essayé de combattre certaines maladies ou plutôt les symptômes de certaines maladies (goitre exophtalmique, angine de poitrine) en sectionnant ou en enlevant tout ou partie du sympathique cervical.

SYMPATHIQUE THORACIQUE. ⌀ ⌀ Le sympathique thoracique présente douze paires de ganglions, dont chacun s'anastomose avec les nerfs intercostaux. Parmi les branches principales qui en émanent, signalons les *nerfs splanchniques* qui traversent le diaphragme pour gagner la cavité abdominale où ils innerveront, en compagnie d'autres rameaux, les viscères abdominaux.

SYMPATHIQUE LOMBAIRE ET SACRÉ. ⌀ ⌀ Dans l'abdomen, la chaîne du sympathique continue son trajet pour constituer le *sympathique lombaire*, puis, dans le bassin, le *sympathique sacré*. Ces formations se comportent comme les précédentes vis-à-vis des nerfs rachidiens. Mais un fait nouveau apparaît dans l'abdomen : les nerfs pneumogastriques, nerfs craniens, après avoir fourni des branches à l'estomac, viennent se terminer au niveau d'une masse nerveuse, ganglionnaire, située de chaque côté de l'aorte contre les piliers du diaphragme, les *ganglions semi-lunaires*. C'est au niveau de ces ganglions que se terminent aussi les grands splanchniques, nom donné aux troncs principaux du sympathique thoracique. De ces ganglions partent des rameaux qui entourent l'aorte ; ces branches forment ainsi nu *système prévertébral* ou *préaortique* qui descend jusque dans le bassin. Les branches terminales de ce système, les *nerfs présacrés*, vont se perdre dans deux lames nerveuses, les *lames hypogastriques* ; celles-ci, reliées au plexus sacré et à la chaîne latéro-vertébrale du sympathique, émettent des filets nerveux destinés aux viscères pelviens.

Topographiquement il existe donc dans l'abdomen et dans le petit bassin la double chaîne du sympathique *latéro-vertébral* et un système impair, *prévertébral*. Au niveau du cou et dans le cage thoracique, ce dernier système semble manquer. En réalité, il est représenté par les nerfs pneumogastriques qui constituent un *système para-sympathique*. L'un et l'autre système — sympathique et para-sympathique — peuvent être réunis et légitimer, dans une certaine mesure, le nom de *système nerveux autonome* que l'on donne parfois à l'ensemble du système.

CHAPITRE V

ORGANES DES SENS

Les organes des sens sont des appareils particuliers localisés, constitués par des surfaces sensibles très différenciées. Disposés à la périphérie du corps, ils mettent l'homme et les animaux en relation avec le monde extérieur. Les impressions recueillies par ces organes constituent la sensibilité spéciale, par opposition à la sensibilité générale.

Celle-ci, loin d'être localisée, se manifeste dans toutes les parties de l'organisme où existent des nerfs sensibles : « Elle nous avertit des modifications subies par nos organes, sans nous donner de renseignements précis sur la nature des agents qui amènent ces modifications ; elle protège l'individu contre les atteintes des agents extérieurs ; elle constitue une fonction de conservation » (Dejerine). La sensibilité générale comprend une *sensibilité superficielle*, tactile, douloureuse et thermique et une *sensibilité profonde* englobant le sens musculaire, le sens articulaire, la sensibilité osseuse, la sensibilité à la pression. Comme on le voit, le tact, classé parmi les organes des sens, rentre dans le cadre de la sensibilité générale. Le tact est, en effet, généralisé à tout le revêtement cutané, tandis que les autres organes des sens sont localisés et peuvent être nettement distingués l'un de l'autre.

L'anatomie des organes du tact, qui comprend l'étude de la peau et de ses annexes, est traitée au chapitre de

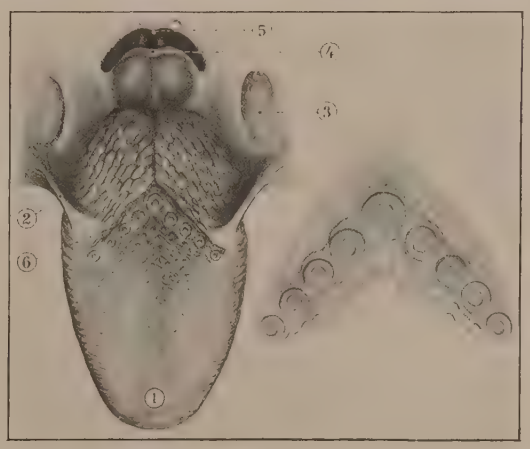


Fig. 91. — LA LANGUE ET SES RAPPORTS AVEC LE LARYNX ET LE VOILE DU PALAIS ⌀ *A droite :* Détail du V lingual avec les papilles caliciformes. ⌀ *A gauche :* La langue. — 1. *Pointe de la langue.* — 2. *Pilier antérieur droit du voile du palais.* — 3. *Amygdale gauche.* — 4. *Épiglotte.* — 5. *Ouverture du larynx.* — 6. *V lingual.* (Moreaux, del.)

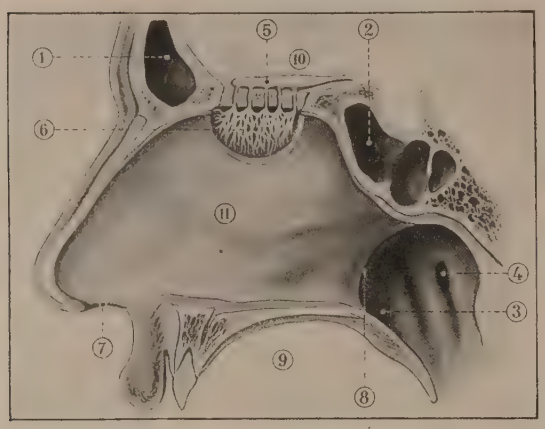


Fig. 92. — PAROI INTERNE DES FOSSES NASALES ▲ Terminaison du nerf olfactif. — 1. *Sinus frontal.* — 2. *Sinus sphénoïdal.* — 3. *Pharynx nasal.* — 4. *Orifice pharyngé de la trompe d'Eustache.* — 5. *Nerf olfactif.* — 6. *Terminaison du nerf olfactif.* — 7. *Orifice antérieur des fosses nasales.* — 8. *Orifice postérieur des fosses nasales.* — 9. *Cavité buccale.* — 10. *Crâne.* — 11. *Paroi interne des fosses nasales.* (Moreaux, del.)

l'histologie. Nous la laissons ici de côté. Nous n'envisagerons que les organes différenciés adaptés à la sensibilité dite sensorielle : ceux du goût, de l'odorat, de la vue et de l'ouïe.

SENS DU GOUT

Ce sens, qui nous fait connaître les qualités sapides des corps, est particulièrement localisé à la langue. Cet organe, situé à la partie inférieure de la cavité buccale et dont la base plonge en arrière vers le pharynx, est constitué par une charpente musculaire extrêmement complexe puisqu'on n'y compte pas moins de dix-sept muscles. Ils sont revêtus par une muqueuse constituant la membrane sensible et sensorielle. Cette muqueuse, de coloration rosée à l'état normal, n'est pas unie ; elle présente une multitude de petites élevures, les papilles, dont la forme est très variable et qui sont chargées de recueillir les impressions. En voici les différents types. Les papilles les plus simples, papilles *hémisphériques*, se rencontrent dans toute l'étendue de la muqueuse linguale. Les papilles *foliées* forment une série de plis verticaux accolés les uns aux autres : on les observe sur les bords de la langue au voisinage de la base. Les papilles *filiformes* ou *corolliformes* forment de petites saillies coniques d'où part un chevelu de prolongements effilés : elles occupent toute la face dorsale de la langue dans ses deux tiers antérieurs. Ce sont elles qui, en se juxtaposant, forment des séries linéaires qui se dirigent obliquement du sillon médian de la langue vers ses bords (fig. 91). Les papilles *fongiformes*, rappelant, en effet, l'aspect d'un champignon minuscule, sont irrégulièrement réparties à la face dorsale de la langue. Les papilles *caliciformes*, qui sont les plus volumineuses et les plus importantes de toutes, sont au nombre de neuf ou de onze ; elles siègent au niveau du tiers postérieur de la face de la langue, dessinant un V majuscule ouvert en avant. La papille qui occupe le sommet du V est la plus développée. Chacune de ces papilles est entourée d'un bourrelet, dont le plus important est celui qui répond à la papille du sommet ; celle-ci paraît comme enfouie dans un orifice qu'on a appelé le trou borgne.

La sensibilité spéciale dévolue à la langue semble être localisée particulièrement à la portion postérieure, à la région du V où se distribue le nerf glosso-pharyngien.

SENS DE L'OLFACTION

C'est au niveau des fosses nasales que se trouve localisé ce sens.

Le nez forme une pyramide, sorte d'auvent placé au-dessus des *fosses nasales*. Celles-ci constituent deux longs couloirs tapissés par une muqueuse ; ils communiquent en avant, avec l'extérieur, par les orifices des narines et en arrière avec le pharynx par les *choanes* ou orifices postérieurs des fosses nasales. L'étendue de la muqueuse des fosses nasales, qui se nomme la *membrane pituitaire*, est encore augmentée par la présence des *cornets*, os plats et minces, implantés sur la paroi interne, enroulés en volutes, et qu'elle tapisse entièrement.

De cette muqueuse pituitaire, seul le territoire supérieur semble être affecté à l'organe de l'olfaction ; la majeure partie, augmentée encore par celle qui se distribue dans les sinus de la face, est uniquement adaptée à la fonction respiratoire ; elle ne reçoit que des nerfs de sensibilité générale, tandis que la portion supérieure est innervée par le nerf olfactif. Chez l'homme, l'organe de l'olfaction est assez rudimentaire, si on le compare à celui de la plupart des mammifères, à l'exception cependant des cétodontes, tels que le dauphin, dont l'organe olfactif est complètement atrophié.

SENS DE LA VUE

Le sens de la vue a pour organe le globe oculaire ou œil, dont la membrane sensorielle est la rétine.

L'œil a la forme d'une sphère légèrement aplatie de haut en bas, dont le diamètre antéro-postérieur, le plus développé, mesure 25 millimètres. On l'a comparé au globe terrestre en lui décrivant un pôle postérieur dans lequel pénètre le nerf optique, un pôle antérieur qui est occupé par la cornée, et un équateur. C'est un appareil optique qui comprend une membrane sensible de réception, la rétine ; une lentille, le cristallin, qui renverse l'image sur le fond rétinien ; enfin des milieux transparents, le tout étant contenu dans une enveloppe fibreuse et nourri par une membrane vasculaire.

Au point de vue anatomique, le globe oculaire se compose de trois tuniques, concentriques : une tunique

fibreuse, une tunique vasculaire, une tunique nerveuse, et de milieux transparents qui sont, en allant d'avant en arrière : l'humeur aqueuse, située dans les chambres de l'œil, le cristallin et le corps vitré.

TUNIQUES DE L'ŒIL. — *SCLÉROTIQUE ET CORNÉE TRANSPARENTE*. — La tunique fibreuse est externe ; elle est très résistante, pour ainsi dire inextensible ; elle présente deux portions : l'une postérieure, la sclérotique ; l'autre antérieure, la cornée.

La *sclérotique* occupe les cinq sixièmes du globe oculaire ; elle constitue le « blanc de l'œil ». Elle est bleuâtre chez l'enfant, blanc de nacre chez l'adulte, légèrement jaunâtre chez le vieillard. Un orifice postérieur, taillé en biseau, laisse passer le nerf optique ; une ouverture antérieure, taillée de la même façon, enchâsse la cornée transparente, tel un verre de montre dans son cadre.

La *cornée*, convexe en avant, est translucide ; elle laisse passer tous les rayons lumineux ; en arrière, elle répond à l'humeur aqueuse. Sa circonférence, ou limbe cornéen, devient grisâtre chez les sujets âgés, et forme alors une ligne opaque, *l'arc sénile*.

CHOROIDE ET IRIS. — La tunique moyenne de l'œil, ou membrane irido-choroïdienne, comprend deux parties : l'une postérieure, la choroïde proprement dite ; l'autre antérieure, ou iris, que réunit à la choroïde une région spéciale, la *zone ciliaire*.

La *choroïde*, située entre la sclérotique et la rétine, a une teinte brune. Sa consistance est molle. Elle est en effet constituée par des vaisseaux, artères et veines. Ces dernières y décrivent des tourbillons caractéristiques, les *vasa vorticosa*.

L'*iris*, segment antérieur de la tunique vasculaire, est une membrane circulaire, placée entre la cornée en avant et le cristallin en arrière. Le centre est perforé d'un orifice, la *pupille*, orifice mobile, c'est-à-dire se rétrécissant ou se dilatant sous l'influence des fibres musculaires qui occupent la membrane irienne (muscle de l'iris).

La coloration de ce diaphragme est variable suivant les sujets. C'est lui qui donne la couleur de l'œil. Il est teinté par une nuance fondamentale, noir foncé, marron, gris, bleu, que diversifient de nombreuses nuances. Cette coloration est le plus souvent en harmonie avec la teinte des cheveux. Mais, quelle que soit la couleur, la teinte n'est pas uniforme. Il existe en effet deux zones concentriques, l'une interne, l'autre externe, où la valeur du ton est différente. Quant aux stries rayonnées que l'on observe à la face antérieure de l'iris, elles répondent aux vaisseaux de cette membrane.

Le *zone ciliaire*, intermédiaire à la choroïde et à l'iris, est constituée par un muscle, le *muscle ciliaire*, et par des replis vasculaires disposés en couronne, les *procès ciliaires*, qui jouent probablement un rôle important dans la sécrétion des liquides contenus dans l'œil.

RÉTINE OU TUNIQUE NERVEUSE DE L'ŒIL. — La rétine est la membrane sensible de l'œil ; elle peut être considérée comme l'épanouissement du nerf optique. Sa surface extérieure est accolée intimement à la choroïde ; sa surface intérieure présente deux régions particulières, la papille optique et la tache jaune.

La *papille* est le lieu d'épanouissement du nerf optique. Légèrement excavée en son centre, elle est normalement de coloration blanchâtre. Ce petit disque ne répond pas exactement au pôle postérieur de l'œil, mais siège à 3 millimètres en dedans et à 2 millimètres au-dessus de lui. L'examen de la papille donne des renseignements précieux au point de vue clinique. A ce niveau apparaît l'*artère centrale de la rétine*, dont on voit l'aspect à l'ophtalmoscope. Aucune sensation lumineuse n'est perçue au niveau de cette région que l'on désigne, pour cette raison, sous le nom de *punctum cæcum*, c'est-à-dire le point aveugle.

La tache jaune ou *macula* est, au contraire, le point le plus sensible de la rétine. Elle occupe exactement le pôle postérieur de l'œil. Les lésions de cette région sont particulièrement graves ; elles entraînent la perte de la vision centrale et amènent rapidement la cécité.

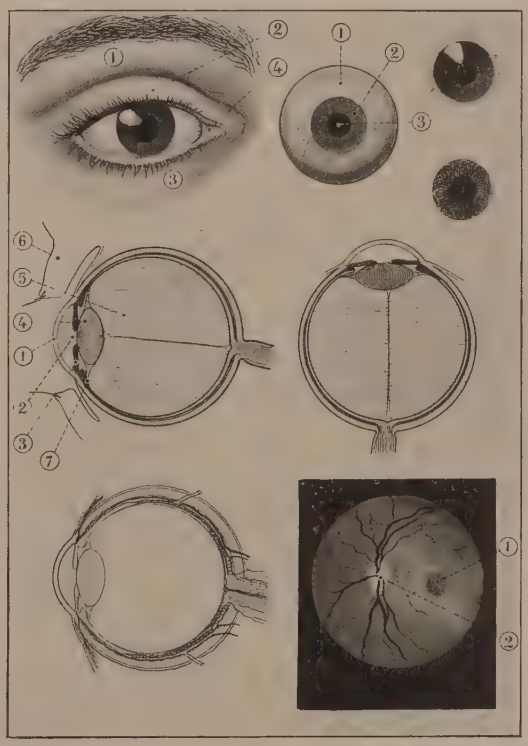


Fig. 93. — ASPECT EXTÉRIEUR ET STRUCTURE DE L'ŒIL ▫ *A gauche en haut :* 1. *Sourcil.* — 2. *Paupière supérieure.* — 3. *Paupière inférieure.* — 4. *Caroncule lacrymale.* ▫ *A droite en haut :* Cornée et iris. — 1. *Cornée.* — 2. *Iris.* — 3. *Pupille.* ▫ *Au milieu à gauche :* Coupe antéro-postérieure du globe oculaire. — 1. *Cornée.* — 2. *Chambre antérieure de l'œil.* — 3. *Iris.* — 4. *Cristallin.* — 5. *Corps vitré.* — 6. *Paupière supérieure.* — 7. *Membrane irido-ciliaire.* ▫ *Au milieu à droite :* Coupe horizontale du globe de l'œil. Même formation qu'au milieu à gauche. ▫ *A gauche en bas :* Vaisseaux et nerfs de la membrane irido-choroïdienne. ▫ *A droite en bas :* La rétine vue par sa face concave. 1. *Macula lutea et fovea centralis.* — 2. *Papille optique où débouche l'artère centrale de la rétine.* (Moreaux, del.)

Fig. 94. — ANATOMIE DE LA PARTIE ANTÉRIEURE DU GLOBE OCULAIRE ⌀ *A gauche :* Cornée, vue en coupe verticale. — 1. *Cornée.* — 2. *Iris.* — 3. *Procès ciliaire.* — 4. *Chambre antérieure.* — 5. *Zonule de Zinn.* — 6. *Cristallin.* ⌀ *Au milieu :* Iris (face antérieure). — *A droite :* 1. *Cristallin.* — 2. *Couronne ciliaire (vue de face).* (Moreaux, del.)

Milieux transparents de l'œil. — Avant de parvenir à la rétine, les rayons lumineux traversent des milieux transparents contenus dans le globe oculaire. Ce sont : le cristallin, situé en arrière de l'iris ; l'humeur aqueuse, qui siège en avant du cristallin ; le corps vitré, situé en arrière de lui.

Cristallin. — Le cristallin est une lentille biconvexe absolument transparente, de consistance ferme, placée en arrière de la pupille et des chambres de l'œil et en avant du corps vitré. Il est maintenu en place par des fibres qui viennent de la face interne du corps ciliaire et qui s'attachent à sa périphérie, lui formant une sorte de ligament suspenseur, appelé *zonule de Zinn.* Le cristallin prend une teinte ambrée chez le vieillard. S'il cesse d'être transparent, l'œil est dit atteint de cataracte.

Chambres de l'œil. — *Humeur aqueuse.* — Les chambres de l'œil comprennent l'espace situé entre le cristallin et la cornée. L'iris divise cet espace en deux loges ou *chambres :* l'une *antérieure* entre l'iris et la cornée, l'autre *postérieure* entre l'iris et le cristallin. Les deux chambres communiquent entre elles par l'orifice pupillaire. Elles contiennent l'humeur aqueuse, liquide d'une limpidité parfaite, sécrété par les vaisseaux ciliaires et communiquant probablement avec les veines du globe oculaire.

Corps vitré. — Le corps vitré est une masse visqueuse, presque gélatineuse, transparente comme le verre, d'où son nom, et occupant l'espace compris entre la rétine et la face postérieure du cristallin. Il est enveloppé par une membrane mince, dite membrane hyaloïde. Un canal, appelé canal de Stilling ou de Cloquet, le traverse d'arrière en avant ; ce canal, occupé par une artériole chez le fœtus, est déshabité chez l'adulte et ne renferme plus que de la lymphe.

Annexes de l'œil. — Sous le nom d'annexes de l'œil, on décrit les muscles de l'orbite, les paupières, la conjonctive et les voies lacrymales.

Muscles de l'orbite. — L'orbite contient sept muscles destinés à mouvoir les paupières et le globe oculaire. Ce sont : le muscle releveur de la paupière supérieure, les muscles droits au nombre de quatre et deux muscles obliques.

Tous ces muscles, à l'exception du petit oblique, s'insèrent au sommet de l'orbite, puis, divergeant d'arrière en avant, forment une sorte de cône complété par une capsule fibreuse qui les réunit les uns aux autres. Cette membrane, appelée *capsule de Tenon,* envoie par ailleurs des prolongements qui s'attachent à la conjonctive, aux paupières, au rebord de l'orbite et recouvrent encore le pôle postérieur de l'œil. Tous les organes vasculaires et nerveux, destinés en particulier au globe de l'œil, sont contenus dans cette sorte de cornet fibro-musculaire. Une atmosphère graisseuse assez abondante les englobe.

Le *muscle releveur de la paupière supérieure* se termine dans la peau de cette paupière et sur le cartilage tarse qu'elle contient. Il relève la paupière.

Les quatre *muscles droits* ont une insertion commune au sommet de l'orbite, sur un tendon particulier, le *tendon de Zinn.* Ce tendon est en effet perforé et forme un anneau à orifice, dit anneau de Zinn, que traversent les nerfs nasal, moteur oculaire commun et moteur oculaire externe. En avant, c'est-à-dire sur le globe de l'œil, les muscles droits s'insèrent sur la sclérotique à une distance de la cornée qui diminue du droit supérieur au droit interne en passant par le droit inférieur et le droit externe (8, 7, 6, 5 millimètres).

Des deux muscles obliques, l'un est supérieur, l'autre inférieur. Le *grand oblique,* ou oblique supérieur, part du sommet de l'orbite; arrivé à l'angle supéro-interne de l'orbite, il se réfléchit sur une poulie fibro-cartilagineuse qui reporte son tendon terminal sur la partie externe et supérieure de l'hémisphère postérieur du globe. Le *petit oblique,* ou oblique inférieur, né du plancher de l'orbite, remonte vers le globe sur lequel il

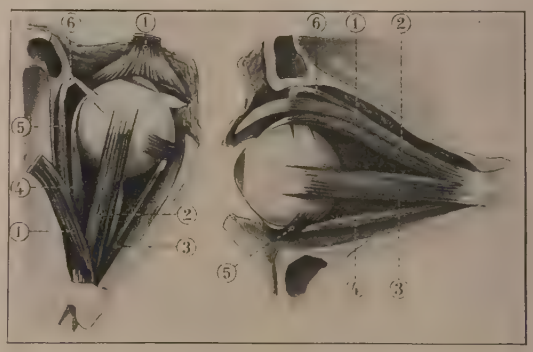


Fig. 95. — MUSCLES DE L'ŒIL ⌀ *A gauche :* Vue des muscles de l'œil prise d'en haut après ablation du plafond orbitaire. — 1. 1. *Releveur de la paupière supérieure* (coupé). — 2. *Droit supérieur.* — 3. *Droit externe.* — 4. *Droit inférieur.* — 5. *Petit oblique.* — 6. *Grand oblique.* ⌀ *A droite :* Vue des muscles de l'œil, prise de côté après ablation de la paroi externe. — 1. *Releveur de la paupière supérieure.* — 2. *Droit supérieur.* — 3. *Droit externe.* — 4. *Droit inférieur.* — 5. *Petit oblique.* — 6. *Grand oblique.* (Moreaux, del.)

s'enroule avant de se fixer sur son hémisphère postérieur au-dessous de l'insertion du grand oblique. Ces muscles de l'œil agissent de façon conjuguée, à droite et à gauche ; le droit supérieur porte la cornée en haut et un peu en dedans, le droit externe en dehors, le droit interne en dedans. Le grand oblique fait tourner l'œil de telle sorte que la cornée se dirige en bas et en dehors, tandis que le petit oblique le dirige du même côté, mais en haut.

Paupières. — Les paupières sont deux voiles musculo-membraneux qui recouvrent le globe de l'œil et le protègent. Elles sont séparées l'une de l'autre par une ouverture, la fente palpébrale. A leurs extrémités, elles se réunissent par des commissures. Deux sillons : l'un, *sillon palpébral inférieur*, pour la paupière inférieure ; l'autre, *sillon palpébral supérieur*, pour la paupière supérieure, délimitent le bord adhérent de chacune d'elles.

Le bord libre présente à son côté interne une petite saillie, le *tubercule lacrymal*. En dedans de ce tubercule, la paupière est lisse, dépourvue de cils. La réunion de ces deux bords forme à ce niveau l'angle interne de l'œil. En dehors du tubercule lacrymal, le bord est garni de cils, poils raides et courbes, organes de protection du globe contre les poussières. C'est l'ouverture de la paupière qui donne à l'œil sa forme ou plutôt sa dimension (yeux gros, petits, allongés, ronds, etc.).

Chaque paupière est constituée par un tissu fibreux, élastique, les *tarses*, et par le *septum orbitaire*, que doublent des fibres musculaires et que revêtent en avant la peau et en arrière la conjonctive. Des glandes minuscules viennent s'ouvrir au niveau du bord libre de la paupière.

Conjonctive. — La conjonctive est une membrane muqueuse qui réunit le globe de l'œil aux paupières. Elle est mince, brillante, de coloration rougeâtre. En passant des paupières à l'œil elle forme deux replis, les culs-de-sac de la paupière, l'un supérieur, l'autre inférieur, dans lesquels se logent si fréquemment des corps étrangers (grains de poussière, de charbon, parcelles métalliques, etc.).

Appareil lacrymal. — Les larmes qui lubrifient la partie antérieure du globe de l'œil proviennent d'une glande, la *glande lacrymale*. Après avoir parcouru les culs-de-sac conjonctivaux, elles gagnent l'angle interne de l'œil où un système de canaux les conduit dans les fosses nasales.

La glande lacrymale est située à la partie antérieure, supérieure et externe de la cavité orbitaire, et s'engage dans l'épaisseur de la paupière supérieure. Elle a la forme d'une amande, de 2 centimètres de longueur environ. Ses canaux excréteurs, au nombre de six à dix, s'ouvrent dans la partie supérieure et externe du cul-de-sac conjonctival (fig. 96).

Les larmes, grâce aux mouvements des paupières, gagnent l'angle interne de l'œil ou *lac lacrymal*. De cet espace, elles s'engagent dans les *points lacrymaux*. Ces deux points, l'un supérieur, l'autre inférieur, occupent

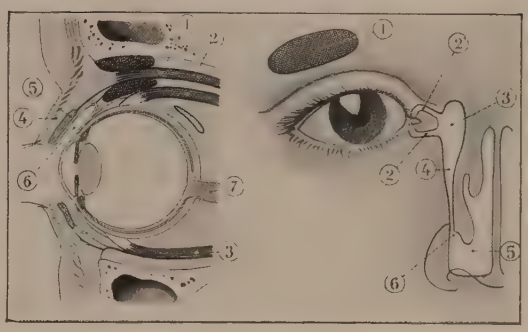


Fig. 96. — COUPE DES PAUPIÈRES ET GLANDES LACRYMALES ◆ *A gauche :* Coupe verticale de la paroi antérieure de l'orbite. — 1. *Releveur de la paupière supérieure.* — 2. *Droit supérieur.* — 3. *Droit inférieur.* — 4. *Paupière supérieure avec tarse.* — 5. *Cartilage.* — 6. *Cul-de-sac conjonctival.* — 7. *Nerf optique.* ◆ *A droite :* Voies lacrymales. — 1. *Glande lacrymale.* — 2. 2'. *Canalicules lacrymaux.* — 3. *Sac lacrymal.* — 4. *Canal nasal.* — 5. *Fosses nasales.* — 6. *Méat inférieur.* (Moreaux, del.)

le sommet des *tubercules lacrymaux*. Ce sont de minuscules pertuis qui conduisent dans les *conduits lacrymaux*, petits canaux coudés, au nombre de deux, qui se fusionnent avant d'aboutir à un réservoir, le *sac lacrymal*. Celui-ci est une petite poche membraneuse de la grosseur d'un haricot, située à la partie interne de la base de l'orbite. Son extrémité inférieure se continue par le *canal nasal*, conduit important de 12 à 16 millimètres qui amène les larmes dans les fosses nasales au niveau du méat inférieur, à 3 centimètres environ du bord postérieur de la narine correspondante.

L'oblitération des voies lacrymales provoque un larmoiement constant ; l'infection du sac peut être la conséquence de cette oblitération.

SENS DE L'OUIE

Par l'audition nous prenons connaissance de certaines vibrations des molécules du milieu extérieur que l'on désigne du nom de sons. Ces vibrations sonores sont recueillies par l'appareil auditif et impressionnent une partie de cet appareil que l'on appelle l'oreille interne. L'appareil qui recueille, accommode et transmet, constitue l'oreille externe et l'oreille moyenne. Examinons successivement ces trois parties de l'oreille.

OREILLE EXTERNE

L'oreille externe (fig. 97) comprend deux segments : le pavillon et le conduit auditif externe.

Le *pavillon* a la forme d'une lame plissée située sur les faces latérales de la tête et dont l'ensemble revêt la forme d'un pavillon irrégulier de cornet acoustique. On peut y distinguer sur une excavation la conque et quatre saillies alternant avec quatre dépressions qui le limitent en dehors : l'*hélix*, l'*anthélix*, le *tragus* et l'*antitragus*.

Fig. 97. — L'OREILLE EXTERNE ET L'OREILLE MOYENNE ◆ 1re figure : 1. *Hélix.* — 2. *Anthélix.* — 3. *Tragus.* — 4. *Antitragus.* — 5. *Lobule.* ◆ 2e figure : Conduit auditif externe et oreille moyenne, en coupe. — 1. *Pavillon de l'oreille.* — 2. *Conduit auditif externe.* — 3. *Oreille moyenne.* ◆ 3e figure : Osselets séparés. — *En haut :* Le marteau. — *En bas :* L'enclume. — *A droite :* L'étrier. ◆ 4e figure : Osselets en place. — 1. *Marteau.* — 2. *Enclume.* — 3. *Etrier.* — 4. *Membrane du tympan.* (Moreaux, del.)

Des muscles, peu importants chez l'homme, mais très développés chez certains mammifères (le cheval, le chat, par exemple), sont annexés à ce pavillon et permettent d'orienter le pavillon dans la direction des sons.

Le *conduit auditif externe*, fibro-cartilagineux à l'extérieur, puis osseux dans la profondeur, s'enfonce perpendiculairement à la face latérale de la tête dans l'intérieur du rocher, pour se terminer, après un parcours de 25 millimètres environ, contre la membrane du tympan. La peau qui le tapisse sécrète le *cérumen* ou cire dont l'accumulation en bouchon peut produire une surdité transitoire par obturation du conduit.

OREILLE MOYENNE

L'oreille moyenne (fig. 97 et 98) est une cavité remplie d'air. Elle est constituée par une petite chambre, la caisse du tympan, pièce principale où s'ouvrent des dépendances, la trompe d'Eustache en avant et les cavités mastoïdiennes en arrière.

Caisse du tympan. — La caisse du tympan est une loge osseuse en forme de lentille biconcave rappelant la forme des tambours anciens. Elle est creusée dans le rocher, os qui fait partie du temporal; une muqueuse la tapisse. Les deux bases ou faces de la caisse, dont l'une est externe et l'autre interne, sont rapprochées l'une et l'autre.

La *paroi externe* est formée par une membrane ovalaire, la *membrane du tympan*, qui la sépare du conduit auditif externe. Cette membrane fibreuse, demi-transparente et de coloration gris-perle sur le vivant, est enchâssée dans une rainure de l'os tympanal à la façon du verre d'une montre dans son cadre. Cette rainure forme un cercle qui est incomplet cependant dans la partie supérieure ; la membrane est donc moins tendue en ce point et devient flaccide. Légèrement conique en dedans, le tympan est intimement relié au manche du marteau, l'un des osselets de l'ouïe, que nous retrouverons plus loin. La membrane tympanique est à peu près inextensible : c'est elle que l'on perfore à sa partie inférieure (paracentèse du tympan) lorsque l'on veut évacuer le liquide d'une otite. Au-dessus du tympan, la paroi externe de la caisse est osseuse et présente une sorte de niche en retrait du tympan où se loge la plus grande partie des osselets de l'ouïe. Ce recessus porte le nom d'*attique*.

La *paroi interne*, encore appelée labyrinthique, car elle répond au labyrinthe de l'oreille interne, nous présente une série d'irrégularités, saillies et dépressions, qui ont une importance anatomique et physiologique. C'est d'abord le *promontoire*, éminence mamelonnée, au-dessus duquel s'ouvre un orifice, la *fenêtre ovale*. Cette fenêtre, en forme de gueule de loup, est fermée par une lame fibreuse et par la platine de l'étrier ; elle répond au vestibule de l'oreille interne. En arrière et au-dessous du promontoire se trouve une dépression étroite, fermée aussi par une mince membrane, la *fenêtre ronde* ou tympan secondaire, qui répond à l'extrémité inférieure de la rampe tympanique du limaçon. Au-dessus de la fenêtre ovale court un canal osseux, le *conduit du muscle du marteau*, dont une des extrémités, déhiscente et incurvée, porte le nom imagé et justifié de *bec de cuiller*.

A la partie postérieure de la caisse existe un orifice qui donne accès à la première des cellules mastoïdiennes, l'*antre mastoïdien*. Celui-ci constitue une chambre dans laquelle s'ouvrent d'autres cellules, en général moins vastes qu'elle, mais très variables ; certaines apophyses mastoïdes sont en effet comme soufflées de cellules : on les dit *pneumatiques;* d'autres, au contraire, ne contiennent que de rares et minuscules logettes, ce sont les *mastoïdes scléreuses*.

On conçoit comment une otite d'abord simple peut se compliquer rapidement d'une mastoïdite ; il suffit d'une propagation infectieuse de la caisse à l'antre, infection trop facile, malheureusement, à réaliser.

La partie antérieure de la caisse communique avec le pharynx par la *trompe d'Eustache*. Celle-ci est un conduit d'abord osseux, puis fibro-cartilagineux, de 35 à 45 millimètres de longueur et de 3 à 9 millimètres de

large suivant les points. Normalement sa cavité est virtuelle, mais, pendant le bâillement et pendant la déglutition, elle s'ouvre ; l'air du pharynx gagne alors la caisse du tympan. La trompe d'Eustache sert en effet au rétablissement de la pression atmosphérique normale dans la caisse du tympan, condition indispensable pour une bonne audition. L'orifice pharyngé de la trompe siège sur la paroi du pharynx en arrière des fosses nasales. Par cet orifice, une infection pharyngée gagne facilement la caisse du tympan. Les végétations adénoïdes, si fréquentes chez l'enfant des villes, siégeant d'ailleurs au voisinage de l'orifice tubaire, peuvent oblitérer la trompe ou contribuer à son infection.

Chaines des osselets de l'ouie. — Cette chaîne, chargée de transmettre les vibrations du tympan à l'oreille interne, est tendue entre les deux parois, interne et externe, de la caisse du tympan. Elle comprend trois osselets articulés entre eux : le marteau, l'enclume et l'étrier. Un appareil ligamentaire les maintient suspendus à la partie supérieure de la caisse du tympan ; enfin, la muqueuse de l'oreille moyenne les recouvre.

Le *marteau*, long de 7 à 9 millimètres, présente un manche englobé dans l'épaisseur de la membrane du tympan, tandis que sa tête, située dans l'attique, s'articule avec le corps de l'*enclume*. Celle-ci, semblable, comme l'indique son nom, à une enclume de forgeron, présente un corps excavé et deux branches très divergentes, dont l'une, l'inférieure, terminée par un renflement, l'apophyse lenticulaire (en forme de lentille) s'articule avec la tête de l'*étrier*. Ce dernier osselet, tout à fait semblable à l'étrier du cavalier, s'appuie par sa base ou platine, comme nous l'avons déjà dit, sur la fenêtre ovale.

L'intensité de la transmission des sons peut être modérée ou augmentée grâce à un appareil moteur, constitué par deux muscles antagonistes : le muscle du marteau et le muscle de l'étrier. Le *muscle du marteau* s'insère dans le canal qui porte son nom et se fixe, d'autre part, sur l'extrémité supérieure du manche du marteau. Le *muscle de l'étrier* est contenu, lui aussi, dans un canal osseux, le canal de la pyramide, et se fixe sur le côté postérieur de la tête de l'étrier.

Les déplacements de la chaîne des osselets se font donc sous l'influence de ces muscles : le muscle du marteau attire au dedans le manche du marteau (action directe) et tend ainsi la membrane du tympan, puis en refoulant l'étrier dans la fenêtre ovale (action indirecte), celui-ci comprime le liquide compris dans le vestibule. Le muscle de l'étrier attire en arrière la tête de l'étrier (action indirecte), puis, indirectement, il fait basculer le corps de l'enclume en dedans ; celle-ci entraîne enfin la tête du marteau dont le manche se porte en dehors, ce qui amène un relâchement de la membrane du tympan. Cet appareil sert donc non seulement à la transmission des sons, mais aussi d'appareil d'accommodation.

OREILLE INTERNE

L'oreille interne (fig, 99) ou labyrinthe est constituée par un appareil extrêmement complexe chargé de recueillir, d'une part, les sensations qui servent à orienter notre corps dans l'espace et, d'autre part, les sensations purement auditives. La portion du rocher qui contient cet appareil s'appelle le *labyrinthe osseux*. Il est revêtu d'une tapisserie muqueuse que l'on appelle le *labyrinthe membraneux*. Une couche de liquide circule entre la paroi dure et la paroi molle du labyrinthe, on l'appelle la *périlymphe*. Le labyrinthe membraneux contient encore dans son intérieur du liquide que l'on appelle *endolymphe*. Ce labyrinthe membraneux est donc situé entre deux nappes fluides dont les pressions retentissent fatalement sur lui.

Le labyrinthe justifie bien son nom. Son étude morphologique constitue un des chapitres les plus ardus de

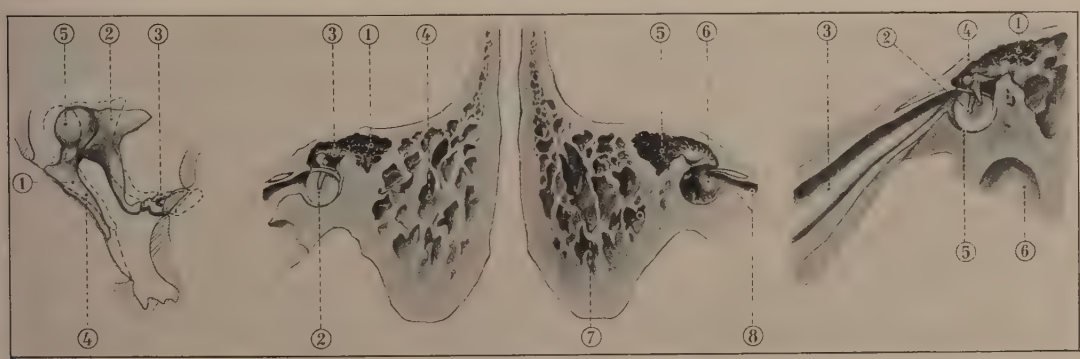


Fig. 98. — STRUCTURE DE L'OREILLE ⌀ Chaîne des osselets. Coupes de l'oreille moyenne et de la mastoïde. ⌀ *A gauche :* Osselets de l'ouïe. — 1. *Marteau.* — 2. *Enclume.* — 3. *Etrier.* — 4. *Manche du marteau.* — 5. *Sa tête.* — *En pointillé, le mouvement de sonnette exécuté par la chaîne des osselets sous l'influence du muscle du marteau.* ⌀ *Au milieu :* Coupe verticale et transversale de la mastoïde et de l'oreille moyenne. — 1. *Antre mastoïdien.* — 2. *Tympan.* — 3. *Entrée de l'antre et plafond de la caisse du tympan.* — 4. *Cellules mastoïdiennes.* — 5. *Antre.* — 6. *Paroi interne de la caisse.* — 7. *Cellules mastoïdiennes.* — 8. *Trompe d'Eustache.* ⌀ *A droite :* Coupe verticale de l'oreille moyenne et de la trompe d'Eustache. — 1. *Antre.* — 2. *Tympan.* — 3. *Trompe d'Eustache.* — 4. *Toit de la caisse du tympan.* — 5. *Plancher de la caisse.* — 6. *Gouttière du golfe de la jugulaire* (Moreaux, del.)

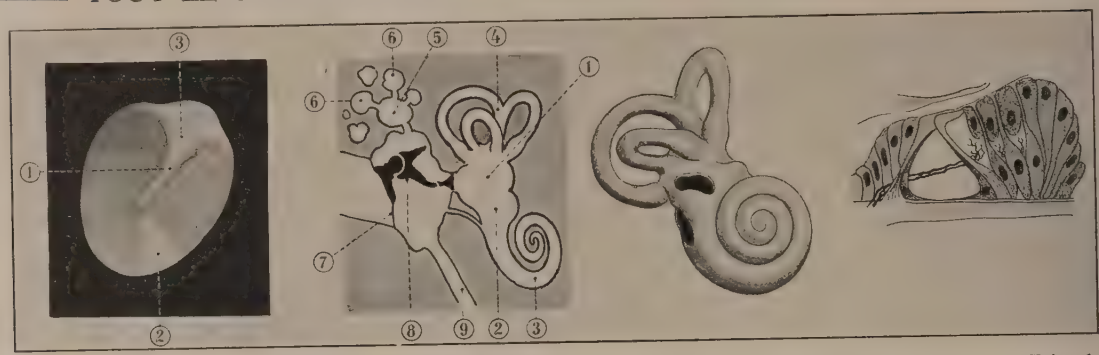


Fig. 99. — STRUCTURE DE L'OREILLE ▰ 1re figure : Image du tympan à l'otoscope. — 1. *Manche du marteau.* — 2. *Triangle lumineux de Wilde.* — 3 *Membrane de Schrapnell.* ▰ 2e figure : Schéma oreille interne. — 1. *Utricule.* — 2. *Saccule.* — 3. *Canal cochléaire.* — 4. *Canaux semi-circulaires.* — 5. *Antre.* — 6. 6. *Cellules mastoïdiennes.* — 7. *Tympan.* — 8. *Osselets.* — 9. *Trompe d'Eustache.* ▰ 3e figure : Limaçon et canaux semi-circulaires. ▰ 4e figure : Organe de Corti. (Moreaux, del.)

l'anatomie. On peut ainsi schématiser sa constitution : il comprend tout d'abord une chambre centrale, le *vestibule*. Celui-ci, de forme ovoïde, contient deux petites loges, l'*utricule* et le *saccule*, qui, toutes deux, adhèrent au fond du conduit auditif interne, conduit par lequel arrivent les branches du nerf destiné au vestibule, et auxquelles on a donné le nom de *nerf vestibulaire* (celui-ci est un des deux rameaux du nerf auditif) ; de l'utricule et du saccule partent tout d'abord deux canaux très fins qui s'unissent en un seul, le *canal endolymphatique* ; ce canal sans doute est chargé de régulariser dans une certaine mesure la pression du liquide contenu dans les cavités vestibulaires, l'utricule et le saccule.

Notre vestibule présente enfin des dépendances nombreuses. Celles-ci comprennent les canaux semi-circulaires et le limaçon.

Les canaux semi-circulaires. — Ils sont au nombre de trois constituant des tubes recourbés en fer à cheval, tubes perpendiculaires les uns aux autres, c'est-à-dire orientés dans les trois plans de l'espace. Ces organes, qui jouent un rôle dans le sens de l'orientation, sont innervés par le nerf vestibulaire. Ils viennent tous s'ouvrir dans la cavité vestibulaire.

Le limaçon. — Le limaçon ou cochlée mérite parfaitement son nom. Il a la forme de la coquille de l'escargot vulgaire. Il est constitué par un tube enroulé en spirale autour d'un axe conique. L'axe s'appelle la *columelle*, le tube porte le nom de *lame des contours*. Ce tube est cloisonné lui-même à son intérieur par une mince lamelle qui le divise en deux étages ou rampes. L'une de ces rampes communique avec le vestibule, c'est la *rampe vestibulaire ;* l'autre aboutit à la fenêtre ronde dont nous avons parlé en décrivant l'oreille moyenne et que nous avons appelée aussi tympan secondaire. Aussi donne-t-on le nom de *rampe tympanique* à cette partie du limaçon qui y aboutit. Ces deux rampes, comme le vestibule d'ailleurs, sont tapissées par une membrane. Cette membrane, au niveau de la lame qui divise le tube en deux rampes et que l'on appelle la lame spirale, est creusée d'un canal, le *canal cochléaire* ou limaçon membraneux. La paroi inférieure de ce canal si important malgré sa petitesse, paroi qui répond à la rampe tympanique, présente des cellules sensorielles très différenciées et dont l'ensemble constitue l'*organe de Corti*. Cet organe est à l'oreille ce que la rétine est à l'œil. C'est lui qui est chargé de recevoir les vibrations imprimées au liquide labyrinthique par les ondes sonores. Ces impressions sont ensuite transmises au centre nerveux par la deuxième branche du nerf auditif, que l'on appelle le *nerf cochléaire* et dont les terminaisons sont en relation étroite avec tout le clavier cellulaire de l'organe de Corti.

CHAPITRE VI

APPAREIL DE LA DIGESTION

L'appareil de la digestion assume la fonction d'emprunter au monde extérieur les substances alimentaires indispensables à l'entretien de la vie, de les transformer pour les rendre assimilables à l'organisme, d'en absorber la plus grande partie et d'en expulser la portion inutilisée.

Anatomiquement il est constitué par un long tube, dénommé le *tube digestif*, autour duquel se développent des glandes, qui déversent leurs produits en lui, et que l'on groupe sous le nom général d'*annexes* du tube digestif.

TUBE DIGESTIF

Le tube digestif (fig. 101) s'étend de la bouche à l'anus. Il occupe successivement la face, le cou, le thorax et l'abdomen et on lui reconnaît une succession de segments ou portions : 1° la bouche ; 2° le pharynx ; 3° l'œsophage ; 4° l'estomac ; 5° l'intestin grêle ; 6° le gros intestin ; 7° l'anus.

BOUCHE

La bouche est une cavité qui ne devient réelle que lorsque les arcades dentaires s'écartent l'une de l'autre. Le reste du temps, elle est virtuelle. Ces arcades la divisent en deux portions : l'une antérieure, appelée le vestibule buccal ; l'autre postérieure, qui est la bouche proprement dite.

VESTIBULE

Le vestibule est un espace en fer à cheval compris entre les arcades dentaires, d'une part, les lèvres et les joues, d'autre part.

Les *lèvres* sont des replis musculo-membraneux, revêtus en avant par la peau, en arrière par une muqueuse rosée. Leur écartement constitue l'orifice buccal.

Dans le vestibule s'ouvre le canal de Sténon, canal excréteur de la glande parotide, l'une des glandes salivaires. L'orifice siège à la hauteur du collet de la première grosse molaire supérieure.

Lorsque les arcades dentaires sont appliquées l'une contre l'autre, le vestibule ne communique avec la cavité buccale que par un espace restreint situé en arrière de la dernière molaire, espace que l'on utilise pour le passage d'une sonde quand on veut alimenter des malades atteints de constriction des mâchoires, ou *trismus*, ce qui se voit dans certains accidents de dent de sagesse, dans le tétanos, etc.

Les *dents* (fig. 102) sont des organes blancs et très durs implantés sur le rebord libre des mâchoires dans des alvéoles où elles sont solidement fixées.

Chaque dent se compose de trois parties : la *racine*, simple ou ramifiée, enserrée dans une cavité appelée alvéole, percée à son sommet d'un orifice que traversent les vaisseaux et les nerfs destinés à la pulpe dentaire, ou substance molle qui occupe la cavité centrale de la dent. Cette cavité pulpaire est entourée d'une substance très dure, la *dentine* ou *ivoire*. Celui-ci est revêtu d'une couche d'*émail* au niveau de la couronne et d'une couche de *cément* au niveau de la racine.

Les dents appartiennent à quatre types : incisives, canines, prémolaires et molaires.

Elles ne sont pas toutes représentées chez l'enfant, qui, jusqu'à l'âge de six ou sept ans, ne possède que dix dents à chaque mâchoire. Ces dents sont temporaires. On les appelle encore *dents de lait*. A cette dentition en succède une autre, la *dentition permanente*, constituée par seize dents à chaque mâchoire [1].

Les *incisives*, au nombre de quatre à chaque mâchoire, ont une couronne taillée en biseau. Les *canines*, au nombre de deux, ont une couronne en forme de cône. Les *prémolaires* ou petites molaires sont situées en arrière des canines ; leur couronne, de forme quadrangulaire, présente deux tubercules. Les *grosses molaires*, au nombre de six (trois à droite, trois à gauche) à chaque mâchoire, ont une couronne à peu près cubique présentant quatre ou même cinq tubercules. La troisième molaire est d'apparition tardive, c'est la dent de sagesse.

Le nouveau-né n'a pas de dents. Les premières dents, les incisives médianes inférieures, apparaissent environ six mois après la naissance. La dentition de lait est terminée avant la fin de la troisième année. Des dents permanentes, les premières grosses molaires apparaissent de cinq à six ans. Les dents de sagesse n'apparaissent quelquefois jamais et constituent un organe que l'on considère comme étant en voie de régression.

CAVITÉ BUCCALE PROPREMENT DITE

Limitée en avant par les arcades dentaires, la bouche (fig. 102) nous présente un plafond, qui est la voûte palatine, et un plancher, le plancher buccal. Elle communique en arrière avec le pharynx par l'isthme du gosier.

La *voûte palatine*, circonscrite par l'arcade dentaire supérieure, a la forme d'un fer à cheval qui se continue en arrière par le *voile du palais*. Celui-ci est une cloison molle et mobile qui se relève pendant les mouvements de déglutition, relèvement qui empêche les aliments de refluer vers les fosses nasales. Son bord inférieur, libre, se prolonge en son milieu par un appendice arrondi, la luette. Sur les côtés, le voile du palais descend vers

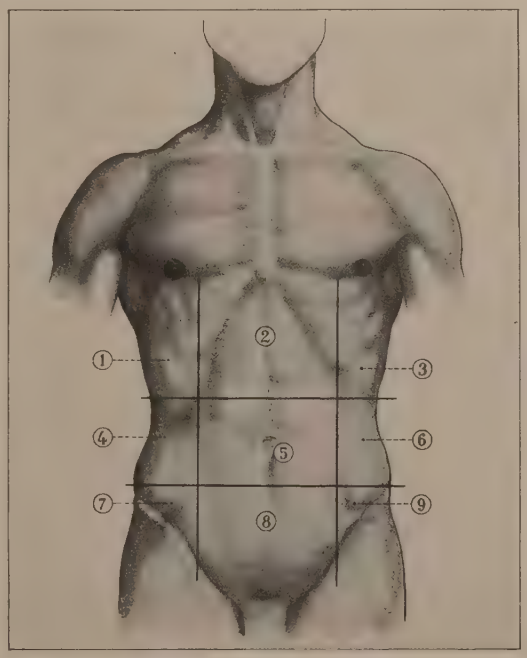


Fig. 100. — TOPOGRAPHIE EXTÉRIEURE DE L'ABDOMEN 1. *Hypocondre droit.* — 2. *Epigastre.* — 3. *Hypocondre gauche.* — 4. *Flanc droit.* — 5. *Région ombilicale.* — 6. *Flanc gauche.* — 7. *Fosse iliaque droite.* — 8. *Hypogastre.* — 9. *Fosse iliaque gauche.* (Moreaux, del, d'après Testut.)

1. On trouvera, au chapitre de la Puériculture (t. IV), des renseignements précis sur la sortie des dents de lait et celle des dents permanentes.

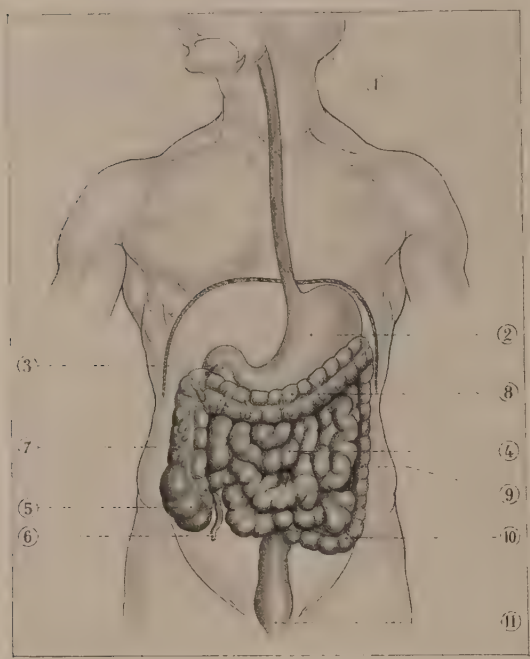


Fig. 101. — DIGESTION : VUE D'ENSEMBLE DU TUBE DIGESTIF ø Celui-ci, sur cette figure demi-schématique, est supposé vu à travers la paroi antérieure du corps. De même pour le diaphragme figuré en noir. — 1. *Œsophage.* — 2. *Estomac.* — 3. *Duodénum.* — 4. *Intestin grêle.* — 5. *Cæcum.* — 6. *Appendice.* — 7. *Côlon ascendant.* — 8. *Côlon transverse.* — 9. *Côlon descendant.* — 10. *Côlon ilio-pelvien.* — 11. *Rectum.* (Moreaux, del.)

la langue et le pharynx par des piliers, les uns antérieurs, les autres postérieurs. Dans l'écartement de ces piliers, on distingue deux organes en forme d'amande, les *amygdales palatines*, dont la surface mamelonnée et parsemée d'orifices irréguliers, est fréquemment le siège d'inflammations (amygdalites, angines).

Le *plancher de la bouche* est constitué par la langue dont la base descend en arrière dans le pharynx et par des parties molles situées au-dessous de cet organe (Voir *Organes des sens*, p. 99).

GLANDES SALIVAIRES

Au voisinage de la cavité buccale sont disposées en une sorte de fer à cheval accolé au maxillaire inférieur les glandes salivaires (fig. 103). Elles sont au nombre de trois de chaque côté et on leur a donné, d'après leur situation, le nom de glande parotide, sous-maxillaire, sublinguale.

Glande parotide. — C'est la plus volumineuse des glandes salivaires ; elle est située au-dessous de l'oreille externe, en arrière de la branche verticale de la mâchoire inférieure. D'une part, elle s'enfonce dans la profondeur et, d'autre part, déborde sur la joue. Elle occupe une loge que traversent les branches du nerf facial, la terminaison de l'artère carotide externe et l'origine de la veine jugulaire externe. Son canal excréteur, le *canal de Sténon*, débouche dans le vestibule de la cavité buccale, après avoir traversé la joue transversalement. Cette glande est le siège habituel des oreillons.

Glande sous-maxillaire. — Cet organe a la grosseur d'une amande; il est situé dans la partie latérale de la région supérieure du cou et masqué en partie par la face interne de la branche horizontale du maxillaire inférieur. La glande déborde d'ailleurs cet os pour descendre dans certains cas jusqu'à l'os hyoïde. Elle devient alors partiellement explorable sous les téguments. Le canal excréteur de cette glande, appelé *canal de Warthon*, se dirige dans l'épaisseur du plancher de la bouche, atteint ainsi l'extrémité inférieure du frein de la langue et s'ouvre sur les côtés de celui-ci au sommet d'un petit tubercule (*ostium ombilicale*), facile à voir sur le vivant au-dessous de la pointe de la langue ; en ce point, on voit sourdre par intermittences de la salive.

Glande sublinguale. — Elle est la plus petite des trois. Elle se niche dans le plancher de la bouche au-dessous de la muqueuse qui relie la langue au bord dentaire. C'est plus une agglomération de glandules qu'une glande véritable. Son produit se déverse par une série de petits canaux qui débouchent au-dessous de la langue.

LE PHARYNX

Le pharynx (fig. 103) est un conduit musculaire et membraneux qui est interposé entre la bouche et les fosses nasales d'une part, le larynx et l'œsophage de l'autre. C'est un vestibule, ou mieux un carrefour, où d'une part le bol alimentaire, venu de la bouche, s'engage pour gagner l'œsophage, où, d'autre part, l'air inspiré venu des fosses nasales pénètre avant d'atteindre le larynx.

Située profondément dans la région céphalique et descendant dans la partie supérieure du cou, la cavité pharyngée forme une sorte de gouttière ouverte en avant, dont les parois restent toujours béantes.

La région supérieure du pharynx répond aux fosses nasales, d'où le nom de *rhino-pharynx* qu'on lui donne souvent. Sa paroi antérieure se confond avec les orifices postérieurs des fosses nasales ou choanes. Sur ces faces latérales s'ouvre la trompe d'Eustache. Son plancher, mobile, est représenté par le voile du palais qui se relève pendant les mouvements de déglutition.

La région moyenne du pharynx ou partie buccale, l'*oropharynx*, comme on l'appelle encore, communique en avant avec la bouche, par l'isthme du gosier, tandis que sa base est formée par la partie postérieure de la langue.

La région inférieure du pharynx répond en avant au larynx, d'où le nom de *laryngo-pharynx* qui lui a été attribué. Elle présente un cartilage, l'*épiglotte*, qui se rabat comme un couvercle sur l'orifice supérieur de l'organe de la phonation pendant les mouvements de

déglutition, interdisant ainsi l'entrée des aliments dans le larynx.

La structure du pharynx présente déjà le type général de la structure du tube digestif, c'est-à-dire qu'elle comporte une tunique principale musculaire doublée à l'intérieur par une tapisserie muqueuse. La charpente est encore formée ici par des fibres musculaires striées, ordonnées en trois muscles isolés, les constricteurs du pharynx. En tant que muscles striés, ils obéissent à la volonté. Ils s'étagent et s'imbriquent les uns au-dessous des autres, de haut en bas. La muqueuse présente en maints endroits du tissu lymphoïde semblable à celui de l'amygdale, d'où le nom d'amygdale pharyngée. Celui-ci est le siège des végétations adénoïdes si fréquentes chez l'enfant.

ŒSOPHAGE

L'œsophage (fig. 104) constitue un canal, long d'environ 25 centimètres, qui conduit le bol alimentaire du pharynx à l'estomac.

Il se présente d'abord, dans sa moitié supérieure, sous la forme d'un ruban aplati qui tend à devenir cylindrique dans la moitié inférieure. Son calibre n'est pas uniforme ; il varie de 2 à 3 centimètres suivant les régions. On s'explique ainsi qu'il existe des sièges de prédilection, qui sont les endroits les moins larges, pour l'arrêt des corps étrangers. Ce sont l'origine de l'œsophage, la région aortico-bronchique et la région diaphragmatique.

L'œsophage traverse successivement la partie inférieure du cou, le thorax, se fraie un chemin au travers du diaphragme et arrive dans la cavité abdominale où son orifice inférieur, appelé *cardia*, s'ouvre dans l'estomac.

Dans la région cervicale et à la partie supérieure du thorax, il est masqué par la trachée-artère. Les carotides le longent. Deux nerfs, les nerfs récurrents, destinés au larynx, sont en rapport intime avec lui, rapport auquel doit toujours penser l'opérateur lorsqu'il incise l'œsophage dans la région du cou.

Dans son trajet thoracique, l'aorte, décrivant une crosse, passe sur le flanc gauche de l'œsophage et refoule le conduit à droite, déterminant une légère diminution de calibre, le *rétrécissement aortico-bronchique* dont nous avons déjà parlé. C'est à ce niveau que les corps étrangers s'arrêtent le plus souvent. S'ils séjournent là un certain temps, ils sont susceptibles d'amener l'ulcération du conduit, laquelle peut être suivie d'une perforation de l'aorte, d'où détermination d'une hémorragie mortelle.

L'œsophage est uni aux parois du diaphragme par des fibres musculaires. Dégagé de ce muscle, il pénètre dans l'abdomen et, après un parcours de 2 à 3 centimètres, pendant lequel il est recouvert par la partie gauche du foie, il aborde l'estomac par son bord droit.

Au point de vue de sa structure, l'œsophage constitue un type de transition entre le pharynx et l'estomac. La tunique musculaire est, en effet, striée à la partie supérieure du conduit et devient lisse à la partie inférieure.

LA CAVITÉ ABDOMINALE ET LE PÉRITOINE

Le conduit œsophagien nous a fait traverser la région du cou et celle du thorax ; avec lui, nous venons de pénétrer dans la cavité abdominale. Avant d'aborder la description des autres segments du tube digestif, il nous apparaît nécessaire de décrire très rapidement la grande cavité dans laquelle ils sont situés, cavité qu'ils occupent presque complètement en compagnie des organes génito-urinaires.

Le péritoine (fig. 110). — L'abdomen, appelé vulgairement ventre, est une cavité cylindroïde, de dimensions variables, d'ailleurs, suivant l'âge et suivant le sexe. Elle s'étend du diaphragme, c'est-à-dire de la partie inférieure de la cage thoracique en haut, au plancher du bassin en bas. Il existe là dans le squelette une large

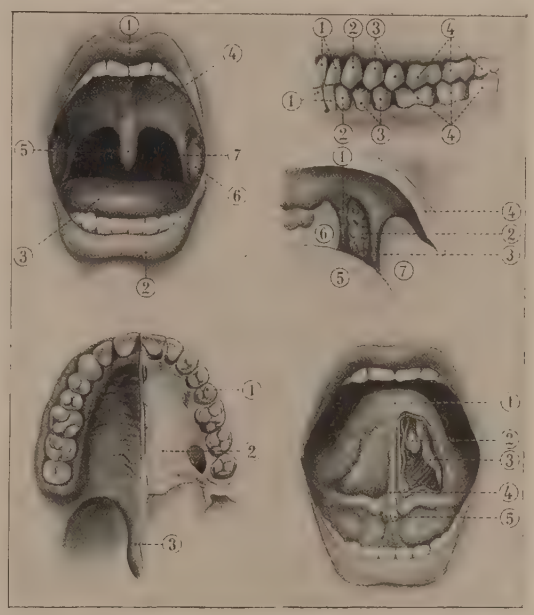


Fig. 102. — BOUCHE ET AMYGDALES ▱ *En haut, à gauche :* La cavité buccale. — 1. *Lèvre supérieure.* — 2. *Lèvre inférieure.* — 3. *Langue.* — 4. *Voile du palais.* — 5. *Luette.* — 6. *Amygdale.* — 7. *Pilier postérieur du voile du palais.* ▱ *En haut, à droite :* Arcades dentaires vues de profil. — 1. 1. *Incisives.* — 2. 2. *Canines.* — 3. 3. *Prémolaires.* — 4. 4. *Grosses molaires.* ▱ *Au milieu :* Vue latérale de l'amygdale (coupe verticale et antéro-postérieure passant par le milieu de la bouche). — 1. *Pilier antérieur droit du voile du palais.* — 2. *Amygdale droite.* — 3. *Pilier postérieur droit du voile du palais.* — 4. *Coupe du voile du palais.* — 5. *Coupe de la langue.* — 6. *Bouche.* — 7. *Pharynx.* ▱ *En bas, à gauche :* Voûte palatine vue d'en dessous. La muqueuse a été enlevée à gauche (à droite sur la figure) où l'os est à nu. — 1. *Arcade dentaire.* — 2. *Palais.* — 3. *Luette.* ▱ *En bas, à droite :* Plancher de la bouche et face inférieure de la langue ; celle-ci est maintenue relevée par sa pointe. Une ouverture y a été faite dans sa partie gauche (à droite sur la figure). — 1. *Pointe de la langue.* — 2. *Glande sublinguale.* — 3. *Nerf lingual.* — 4. *Frein de la langue.* — 5. *Ouverture du canal de Wharton (Ostium umbilicale).* (Moreaux, del.)

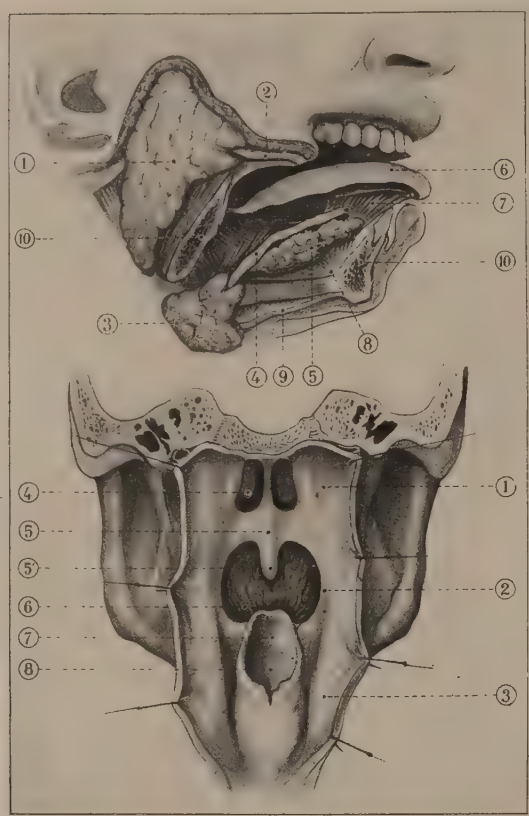


Fig. 103. — DIGESTION ◆ *En haut :* Vue d'ensemble des glandes salivaires. La peau de la joue droite a été enlevée. L'os maxillaire inférieur est enlevé en partie; on voit sa section supérieure au-dessous de la glande parotide. — 1. *Parotide.* — 2. *Canal de Sténon.* — 3. *Glande sous-maxillaire.* — 4. *Canal de Wharton.* — 5. *Glande sub-linguale.* — 6. *Langue.* — 7. *Muscle hyo-glosse.* — 8. *Muscle génio-glosse.* — 9. *Muscle mylo-hyoïdien.* — 10. *Coupe du maxillaire inférieur.* ◆ *En bas :* L'intérieur du pharynx vu d'arrière, à l'aide d'une coupe qui a passé en arrière du larynx (les parois du pharynx sont écartées par des crochets). — 1. *Rhino-pharynx.* — 2. *Oro-pharynx.* — 3. *Laryngo-pharynx.* — 4. *Choanes et fosses nasales.* — 5. *Voile du palais.* — 5'. *Luette.* — 6. *Langue.* — 7. *Épiglotte.* — 8. *Ouverture du larynx.* (Moreaux, del.)

brèche qui est comblée par des parties molles : muscles, tissu cellulaire, peau, dont l'ensemble forme les parois abdominales. Celles-ci, douées de souplesse, s'adaptent aux dimensions du contenu ; ainsi le ventre est-il plat chez les sujets amaigris par les privations ou par de longues maladies, bombé ou proéminent chez les sujets doués d'un certain embonpoint, chez la femme enceinte, dans les affections péritonéales ou lorsque le péritoine est le siège d'un épanchement (ascite).

Chez le nouveau-né et l'enfant, l'abdomen est volumineux. Chez le bébé, le thorax est en effet peu développé et le bassin ne s'est pas encore élargi. La femme, en raison de l'évasement du bassin, a l'abdomen plus large en bas qu'en haut.

Cette cavité abdominale est tapissée à son intérieur par une membrane séreuse, le *péritoine*. Comme toutes les séreuses, le péritoine est constitué par deux feuillets, l'un qui forme une étoffe mince, brillante, adhérente aux parois de la cavité abdominale, et l'autre, toile aussi mince et du même éclat, qui s'applique, s'étale sur les viscères et les entoure même parfois complètement. On donne le nom de pariétal au premier feuillet ; celui de viscéral au second.

Le feuillet pariétal est facile à comprendre, ce n'est qu'une doublure des parois de l'abdomen. Le feuillet viscéral est beaucoup plus compliqué, puisqu'il est obligé de se modeler sur la forme des organes, de s'adapter à leur situation.

En passant de la paroi sur les viscères, le péritoine forme des replis. On donne à ceux-ci le nom *mésos* : tel le mésentère (méso-intestin), qui va de l'intestin grêle à la paroi abdominale postérieure, tels les mésocôlons qui relient les divers segments du gros intestin à cette même paroi. Lorsqu'il s'agit d'un repli allant d'un organe qui n'est pas le tube digestif à la paroi, on donne à ce repli le nom de *ligament* : on parlera donc des ligaments du foie, de l'utérus, etc. Enfin, certaines formations du péritoine viscéral vont d'un organe à l'autre. On désigne alors sous le nom d'*épiploons* ces replis interviscéraux : tel le grand épiploon qui va de l'œsophage au côlon transverse, tel le petit épiploon qui va du foie à l'estomac.

Tous ces replis sont constitués au moins par deux feuillets péritonéaux adossés l'un à l'autre et contenant dans leur intérieur les vaisseaux et les nerfs destinés aux organes ; ce sont des organes porte-vaisseaux. On conçoit l'importance qu'ils prennent en chirurgie, lorsque l'opérateur doit enlever un organe ou au contraire le respecter. La blessure d'un vaisseau allant à l'intestin peut, en effet, entraîner les pires désastres. Ces différents replis cloisonnent la cavité abdominale et déterminent aussi des espaces, des loges ou des cavités secondaires qui communiquent plus ou moins largement entre elles ou avec la grande cavité dont elles émanent. Voici les principaux de ces espaces :

Après ouverture large de l'abdomen par la voie antérieure, on constate qu'une partie du gros intestin, le côlon transverse, est relié à la paroi abdominale postérieure par un méso transversal dirigé obliquement de droite à gauche et légèrement de bas en haut. Ce repli divise la grande cavité péritonéale en deux étages : l'un *supérieur* ou *sus-mésocolique*, l'autre *inférieur* ou *sous-mésocolique*. Dans l'étage supérieur se logent : à droite le foie, au milieu l'estomac, à gauche la rate, en bas la presque totalité du pancréas.

Foie et estomac sont réunis par un double feuillet, le *petit épiploon* ; estomac et rate sont unis, eux aussi, par un épiploon dit *gastro-splénique* ; enfin, pancréas et rate sont solidarisés par l'épiploon dit *pancréatico-splénique*.

Cet étage sus-mésocolique nous présente encore un diverticule péritonéal bien spécial, que l'on appelle l'*arrière-cavité des épiploons*. Celle-ci est une poche de la

grande cavité péritonéale qui s'est insinuée derrière l'estomac au cours du développement, d'où le nom de *bourse rétro-gastrique* qu'on lui donne parfois. Cette chambre est limitée en haut par la face inférieure de la partie gauche du foie et par le muscle diaphragme, à gauche par la rate et les épiploons qui la relient aux organes voisins, en bas par le pancréas et le mésocôlon transverse ; en avant, l'estomac et une partie du grand épiploon qui descend de cet organe pour gagner le côlon transverse en forment la paroi antérieure. Cette sorte de soufflure du péritoine qui laisse à l'estomac toute sa liberté d'amplitude, puisqu'elle crée entre sa face postérieure et la paroi de l'abdomen un espace libre, est close de toutes parts, sauf à droite où elle communique par une porte étroite ou mieux par un orifice, l'*hiatus de Winslow*, avec la grande cavité péritonéale. Ce détroit ou orifice de la bourse est limité par les vaisseaux qui vont au foie et les canaux biliaires qui en descendent.

L'*étage inférieur* ou *sous-mésocolique* s'étend du mésocôlon transverse au fond de l'excavation du bassin. Dans la région située au-dessus du puits pelvien, il est subdivisé en deux régions, l'une droite, l'autre gauche, par le *mésentère*. Celui-ci, vaste repli de plus de 18 centimètres de longueur, a sa base d'implantation sur la paroi abdominale et s'attache par son autre bord aux circonvolutions de l'intestin grêle, dont le développement dépasse souvent 6 mètres. Il en résulte une série de plissements ou de volants comparables à ceux qui ornaient jadis la partie inférieure des robes de nos aïeules, au temps des crinolines et des vastes jupons. Sa direction est oblique de haut en bas et de gauche à droite. L'espace droit est compris entre le mésentère, d'une part, et le cæcum, le côlon ascendant et la moitié droite du côlon transverse, d'autre part. L'espace gauche est compris entre la face gauche du mésentère, d'une part, la moitié gauche du côlon transverse, le côlon descendant et le côlon iliaque, d'autre part.

Dans la cavité pelvienne, la portion pré-terminale du gros intestin ou côlon pelvien flotte grâce à un repli péritonéal assez long, le *mésocôlon sigmoïde*.

Les organes pelviens, rectum et vessie, sont recouverts par la séreuse péritonéale qui les entoure très partiellement, tandis que chez la femme, l'utérus, complètement recouvert par le péritoine, se rattache avec ses annexes, trompes et ovaires, aux parois du bassin et de l'abdomen par des replis péritonéaux qui lui assurent une fixité relative.

Derrière le péritoine nous trouvons le pancréas et les deux reins avec leurs pédicules et les uretères, leurs canaux excréteurs. Ces organes sont appelés *extrapéritonéaux* par rapport aux autres, les *organes intrapéritonéaux*.

Connaissant dans ses grandes lignes le plan de la demeure qui abrite la portion abdominale du tube digestif, nous pouvons reprendre dès maintenant sa description.

Division topographique de l'abdomen. — Les anciens anatomistes, sans tenir compte de la topographie précise de chaque organe, ont divisé la paroi antérieure de l'abdomen en plusieurs zones qui sont restées classiques et que l'on doit connaître (fig. 100). Supposons deux lignes horizontales, passant, l'une au-dessous des fausses côtes (ligne sous-costale), l'autre au-dessus des crêtes iliaques (ligne sus-iliaque), deux lignes verticales passant par le milieu des arcades crurales, ou plis inguinaux qui séparent le ventre de la cuisse et croisant perpendiculairement les deux lignes précédentes. Il en résultera la division de l'abdomen en neuf régions qui sont : 1° l'hypocondre droit, 2° l'épigastre, 3° l'hypocondre gauche pour la zone supérieure, dite épigastrique, 4° le flanc droit, 5° la région ombilicale, 6° le flanc gauche pour la zone médiane ou ombilicale, 7° la fosse iliaque droite, 8° l'hypogastre, 9° la fosse iliaque gauche dans la zone inférieure ou hypogastrique.

ESTOMAC

L'estomac (fig. 105) est une vaste poche musculo-membraneuse interposée entre l'œsophage et la première portion de l'intestin grêle ou duodénum. Situé au-dessous du diaphragme, il occupe une partie de l'épigastre et une partie de l'hypocondre gauche. Il commence au *cardia*, orifice terminal de l'œsophage, et finit au *pylore*, véritable sphincter ou anneau musculaire qui ouvre ou ferme l'estomac suivant les besoins physiologiques. En cette poche s'amassent tous les aliments qui ont encore à subir une modification mécanique et surtout chimique.

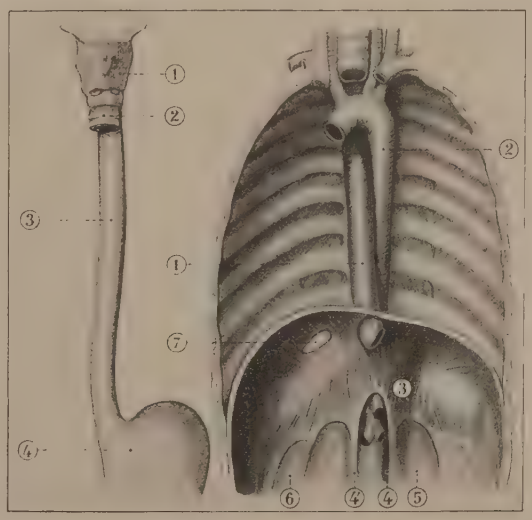


Fig. 104. — ŒSOPHAGE. *A gauche :* Figure montrant l'ensemble de l'œsophage isolé de tout ce qui l'environne, moins le larynx et le début de la trachée. — 1. *Larynx.* — 2. *Coupe de la trachée.* — 3. *Œsophage.* — 4 *Estomac.* *A droite :* Trajet de l'œsophage dans la cage thoracique. — 1. *Œsophage.* — 2. *Aorte.* — 3. *Diaphragme* — 4, 4'. *Piliers principaux du diaphragme.* — 5. *Psoas.* — 6. *Carré des lombes.* — 7. *Orifice par lequel la veine cave inférieure traverse le diaphragme.*

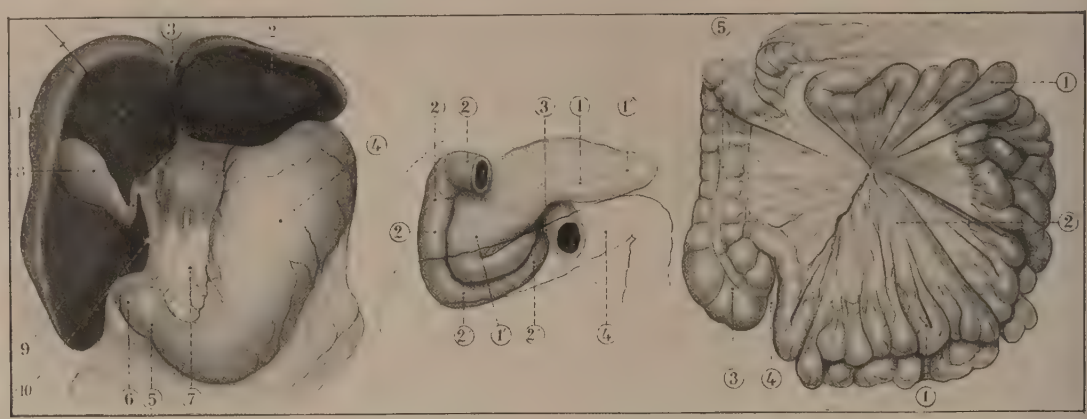


Fig. 105. — DIGESTION ◆ *A gauche :* L'estomac, le foie et la vésicule biliaire. L'estomac est relevé, montrant sa face inférieure. — 1. *Lobe droit du foie.* — 2. *Lobe gauche.* — 3. *Coupe du ligament suspenseur.* — 4. *Estomac.* — 5. *Pylore.* — 6. *Duodénum.* — 7. *Petit épiploon.* — 8. *Vésicule biliaire.* — 9. *Canal cystique.* — 10. *Canal cholédoque.* ◆ *Au milieu :* Rapports du pancréas et du duodénum. — 1. *Pancréas avec 1′ sa tête et 1 sa queue.* — 2. *Duodénum,* avec 2′, 2″, 2‴, 2⁗ *ses quatre portions horizontale, descendante, transversale et ascendante.* — 3. *Angle duodéno-jéjunal.* — 4. *Côlon transverse, dessiné en trait, de façon à ne pas masquer les organes devant lesquels il passe.* ◆ *A droite :* L'intestin grêle, le cæcum, le côlon ascendant et le mésentère. — 1. 1. *Anses grêles.* — 2. *Mésentère.* — 3. *Cæcum.* — 4. *Appendice.* — 5. *Côlon ascendant.* (Moreaux, del.)

On a comparé la forme de l'estomac à celle d'une cornemuse, instrument que l'on sait, d'ailleurs, être fabriqué avec un estomac de mouton. La partie supérieure, dilatée, constitue le fond ou grosse tubérosité. Sa portion moyenne ou corps est aplatie d'avant en arrière et se rétrécit progressivement pour se continuer avec le sommet, lequel se confond avec le pylore. Sur le vivant, l'estomac est rosé, sillonné par des vaisseaux importants, au niveau de sa petite courbure surtout.

Aujourd'hui, nous pouvons observer sans opération la forme de cet organe, soit à l'état de repos, soit à l'état de fonctionnement. C'est la radioscopie qui nous la révèle. Elle se présente alors, chez l'homme debout, sous la forme d'un long tube, vertical dans plus des deux tiers de son étendue, et transversal à sa partie inférieure. On l'a comparé à un J majuscule. La bouillie opaque que l'on fait ingérer à l'individu pour cet examen qui serait impossible sans elle, car les rayons X traverseraient l'organe, permet de se rendre compte des modifications de la forme et du volume de l'estomac, suivant les lésions qu'on rencontre. Cet examen permet aussi d'examiner la manière dont l'estomac se vide et la durée de cette évacuation.

La poche gastrique moyennement distendue mesure environ 25 centimètres de largeur. Les deux faces regardent l'une en avant, l'autre en arrière ; elles sont séparées l'une de l'autre par leurs bords que l'on nomme les courbures de l'estomac. Le bord droit, ou *petite courbure,* est concave et regarde le foie; le bord gauche, ou *grande courbure,* est le plus développé; il est convexe et regarde la partie gauche de l'abdomen.

L'estomac est en partie masqué par la partie gauche de la paroi thoracique depuis le cinquième cartilage costal jusqu'au neuvième, n'étant séparé des poumons et du cœur que par la mince épaisseur du diaphragme. Cet espace thoracique occupé par l'estomac (espace de Traube) donne au médecin qui le percute une tonalité claire, un tympanisme aigu, dû justement à la résonance de cette poche gastrique et coïncidant avec une absence, à l'auscultation, du bruit respiratoire que partout ailleurs, dans la poitrine, on entend. Au-dessous de cette zone, en forme de demi-lune, l'estomac est franchement abdominal et recouvert à droite par la face inférieure du lobe gauche du foie. Cependant il existe une zone, le triangle de Labbé, dans laquelle l'estomac est directement en rapport avec la paroi.

La face postérieure de l'estomac repose en haut sur le diaphragme et plus bas elle en est séparée par la poche péritonéale, arrière-cavité des épiploons dont nous avons déjà parlé, qui la sépare du diaphragme et la met en rapport avec d'autres organes : la capsule surrénale, la rate, le corps et la queue du pancréas, le rein, et enfin, tout à fait en bas, le côlon transverse avec son mésocôlon qui isole l'estomac des anses grêles et de la partie inférieure de la cavité abdominale. Il résulte de cette dernière disposition que le chirurgien est obligé d'effondrer le mésocôlon transverse lorsqu'il veut établir une communication entre l'intestin et l'estomac. Cette intervention, appelée *gastro-entérostomie postérieure,* est exécutée lorsque l'on veut rétablir la circulation des matières alimentaires arrêtées par un obstacle qui siège au niveau du pylore.

Des deux orifices de l'estomac, le *cardia,* orifice supérieur, est profondément caché, tandis que le *pylore,* orifice de sortie inférieur, est accessible. Le cardia est normalement fermé par la contraction tonique de ce sphincter auquel nous avons fait allusion et qui s'ouvre pendant le passage des aliments ou pendant les efforts de vomissement. Le pylore, marqué par un léger rétrécissement à la surface extérieure de l'estomac, sépare celui-ci du duodénum et est soumis à des alternatives d'ouverture et de fermeture lorsque l'estomac contient

des aliments. Il règle ainsi l'évacuation gastrique. Situé à gauche de la ligne médiane, au-dessous du foie, il est en rapport avec des vaisseaux qui se rendent à cette glande, avec la veine porte et l'artère hépatique, et, en bas, avec la tête du pancréas.

On conçoit l'importance des phénomènes physiologiques qu'entraîne le rétrécissement du pylore par ulcère, par spasme ou par cancer. En dehors de la cause elle-même, le malade est exposé à mourir d'inanition si l'on ne rétablit pas le cours des aliments. Les rapports que nous venons de signaler indiquent la nécessité d'une habileté chirurgicale consommée pour enlever le pylore souvent adhérent à des organes dont la blessure compromettrait irrémédiablement l'existence de l'opéré.

L'estomac est constitué tout d'abord par une tunique musculaire que revêt le péritoine, tunique musculaire disposée en plusieurs plans qu'animent les ondes de contraction, ondes « péristaltiques », lorsque l'organe contient des aliments. Lorsque cette tunique s'affaiblit, l'estomac se laisse distendre (dilatation gastrique) et les aliments, y séjournant plus longtemps, deviennent le siège de fermentations. La tunique musculaire, ou musculeuse, est doublée d'une tunique muqueuse, de couleur rosée pendant la digestion, plissée lorsque l'estomac est à l'état de vacuité, qui efface ses plis et s'étale quand il contient des aliments. Cette muqueuse contient un nombre considérable de petites glandes chargées d'élaborer le suc gastrique (Voir *Physiologie*).

L'estomac, richement pourvu de vaisseaux : artères qui lui viennent du tronc cœliaque, veines qui se rendent à la veine porte, est innervé par les nerfs pneumogastriques et sympathiques, ces derniers provenant du plexus solaire qui siège en profondeur derrière l'estomac. On connaît la douleur "exquise" que provoque la pression de ce plexus ; un choc violent sur sa masse peut provoquer une syncope (c'est une variété du knock-out de la boxe) ou même entraîner la mort.

INTESTIN GRÊLE

L'intestin grêle est le plus long segment du tube digestif. Il mesure 6 à 8 mètres depuis le pylore jusqu'à sa terminaison dans le cæcum, segment initial du gros intestin. C'est une dimension dont on ne se doute pas quand on le voit pelotonné dans l'abdomen. Il présente deux parties principales, l'une fixe, le duodénum, l'autre flottante ou mobile, le jéjuno-iléon.

DUODÉNUM

Le duodénum (fig. 105), caché profondément dans la cavité abdominale, à l'exception de sa portion originelle, décrit une courbe en forme d'anneau ouvert en haut et à gauche. En réalité, la courbe de l'anneau n'est pas régulière ; en certains points elle est brisée par un angle obtus, ce qui lui permet de distinguer quatre portions de direction différente : la première horizontale, allant du pylore au col de la vésicule biliaire, c'est-à-dire sous le foie ; la deuxième, verticalement descendante à droite de la colonne vertébrale ; la troisième se dirigeant horizontalement à gauche ; la quatrième obliquement ascendante le long du flanc gauche vers la colonne vertébrale et aboutissant à l'angle jéjuno-iléal, angle assez aigu, bien arrimé par un faisceau musclo-tendineux, le *muscle de Treitz*, qui le fixe à la paroi abdominale postérieure. Le péritoine recouvre le duodénum sans l'entourer, sauf dans sa portion initiale.

Dans la courbe que dessine le duodénum s'enchâsse la tête du pancréas. En arrière de lui courent les gros vaisseaux, l'aorte et la veine cave inférieure ; le bord interne du rein droit longe sa portion descendante.

L'insertion abdominale du mésocôlon transverse passe en écharpe devant la deuxième portion du duodénum, puis, plus loin, au-dessus de l'angle duodéno-jéjunal. La partie supérieure du duodénum est donc sus-mésocolique, c'est-à-dire située au-dessus du mésocôlon et appartient, avec l'estomac, le foie, la rate et la majeure partie du pancréas, à l'étage supérieur de la cavité abdominale. L'autre portion sous-mésocolique appartient à l'étage inférieur de l'abdomen.

JÉJUNO-ILÉON

On distinguait jadis dans cette partie de l'intestin

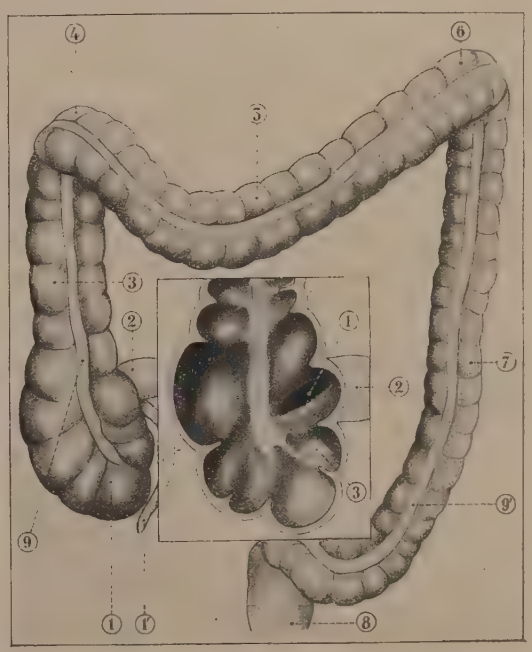


Fig. 106. — LE GROS INTESTIN ▪ Vue d'ensemble. — 1. *Cæcum.* — 1'. *Appendice.* — 2. *Iléon (terminaison de l'intestin grêle).* — 3. *Côlon ascendant.* — 4. *Angle droit.* — 5. *Côlon transverse.* — 6. *Angle gauche.* — 7. *Côlon descendant.* — 8. *Rectum.* — 9. 9'. *Bandelettes musculaires.* ▪ *Au milieu :* Le cæcum ouvert. — 1. *Valvule iléo-cæcale.* — 2. *Iléon.* — 3. *Ouverture de l'appendice.* (Moreaux, del.)

grêle deux portions : le jéjunum et l'iléon. On les réunit aujourd'hui en une seule, les limites entre elles étant par trop hypothétiques. Le jéjuno-iléon occupe la plus grande partie de la cavité abdominale. Il est formé d'une série d'anses flottantes dont les supérieures sont placées de préférence horizontalement, tandis que les inférieures, descendant jusque dans le bassin, se juxtaposent de gauche à droite dans le sens vertical. Ces anses ou circonvolutions intestinales, influencées d'ailleurs dans leur situation par les modifications normales ou pathologiques des organes voisins, sont reliées à la paroi abdominale postérieure par la formation péritonéale, dite mésentère, dans l'intérieur de laquelle cheminent, comme nous l'avons dit, les vaisseaux sanguins et lymphatiques, ainsi que les nerfs qui leur sont destinés.

L'intestin grêle contient quatre tuniques comme les autres segments de l'intestin : une tunique péritonéale déjà décrite, une tunique musculeuse, une couche celluleuse, une tunique muqueuse.

Au niveau du duodénum s'ouvrent deux canaux très importants : le *canal chodéloque*, qui y déverse la bile sécrétée par le foie, et le *canal pancréatique* qui amène le suc sécrété par le pancréas. Ces deux conduits s'ouvrent au niveau d'une saillie conique, la grande caroncule, elle-même creusée parfois d'une cavité, dite *ampoule de Vater*. Lorsque celle-ci existe, on aperçoit, au fond

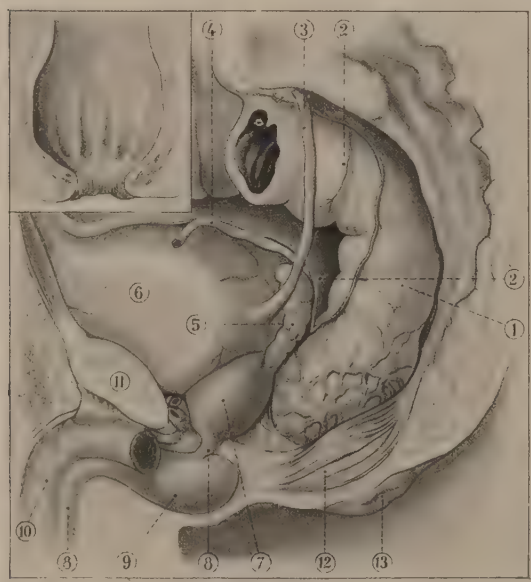


Fig. 107. — COUPE VERTICALE ET D'AVANT EN ARRIÈRE DU CORPS MONTRANT LES RAPPORTS DU RECTUM AVEC LES ORGANES VOISINS CHEZ L'HOMME (LE RECTUM EST VU PAR SON COTÉ GAUCHE) ▪ 1. *Rectum.* — 2. *Péritoine recouvrant la partie supérieure du rectum et formant en 2' le cul-de-sac recto-vésical.* — 3. *Uretère.* — 4. *Canal déférent* (coupé). — 5. *Vésicule séminale.* — 6. *Vessie.* — 7. *Prostate.* — 8. *Urètre.* — 9. *Bulbe urétral.* — 10. *Corps caverneux* (coupés). — 11. *Pubis.* — 12. *Coupe du périnée.* — 13. *Anus.* ▪ *En haut, à gauche :* Coupe du canal ano-rectal montrant les valvules de Morgagni. (Moreaux, del.)

d'elle les orifices des deux canaux que nous venons de citer. La muqueuse duodénale est particulièrement riche en glandes. On y remarque de nombreuses *villosités*, saillies filiformes qui donnent à sa surface un aspect et une consistance veloutées, ainsi que de nombreuses valvules *conniventes*, sortes de replis transversaux de la muqueuse qui apparaissent dans la deuxième portion de l'organe et que l'on retrouve aussi dans la première moitié du jéjuno-iléon. Ces replis hauts de 6 à 7 millimètres amplifient, on le conçoit, la surface sécrétoire et la surface absorbante.

Au niveau du jéjuno-iléon, les villosités intestinales existent encore, ainsi que des glandes microscopiques (glandes de Lieberkühn) et des formations lymphatiques : *follicules clos* et *plaques de Peyer*, au niveau desquelles siègent des lésions caractéristiques dans la fièvre typhoïde. La constitution de l'intestin grêle montre que les phénomènes fonctionnels sont de moins en moins importants au fur et à mesure que l'on se rapproche du gros intestin.

GROS INTESTIN

Le gros intestin (fig. 106) est la dernière partie du tube digestif. Il s'étend du jéjuno-iléon à l'anus. L'intestin grêle ne se termine pas à l'extrémité même de la portion initiale du gros intestin, mais un peu au-dessus d'elle. Il en résulte la formation d'un cul-de-sac, le *cæcum*. L'abouchement de l'intestin grêle présente à ce niveau une valvule à deux valves, bien connue des anciens anatomistes, qui la désignaient du nom de *barrière des apothicaires*. Ils lui faisaient jouer un rôle important pour arrêter le liquide des clystères, médication particulièrement à la mode au temps jadis. Cette valvule permet en réalité le libre passage des matières solides, liquides et gazeuses de l'intestin grêle dans le gros intestin et s'oppose, au contraire, à leur reflux.

Le gros intestin, long d'environ 1m.50 et dont le calibre l'emporte de plus de deux fois sur celui de l'intestin grêle, est parcouru dans toute sa longueur par des bandelettes musculaires longitudinales. Celles-ci sont au nombre de trois sur les premières portions du gros intestin, puis au nombre de deux sur le côlon ilio-pelvien ; elles disparaissent sur le rectum. Leur simple constatation permet de différencier le gros intestin de l'intestin grêle.

CÔLON ASCENDANT

Le trajet du côlon dessine une sorte de vaste cadre qui part de la fosse iliaque droite pour gagner la face inférieure du foie où il se coude. Cette première portion constitue le *côlon ascendant*. Du coude sous-hépatique ou *angle droit*, le côlon se dirige par le travers de la cavité abdominale pour gagner l'hypocondre gauche où il s'arrête à la hauteur de l'extrémité inférieure de la rate. A ce niveau, il se coude une deuxième fois (*angle gauche* ou splénique du côlon). La portion com-

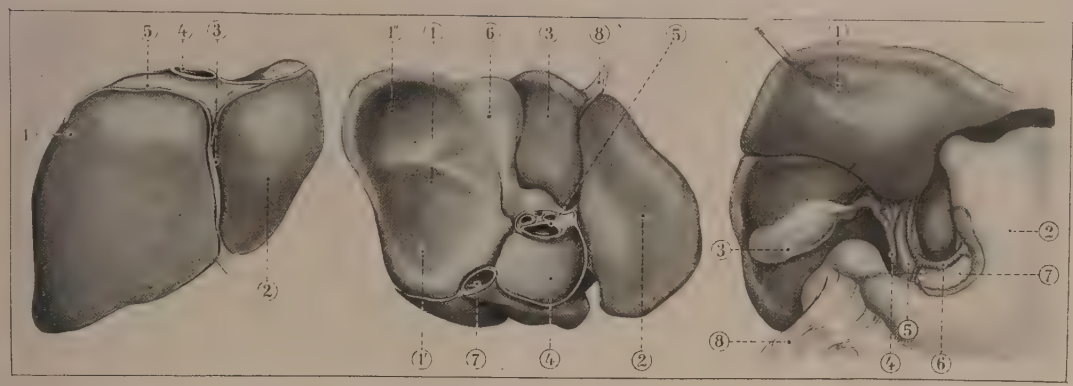


Fig. 108. — LE FOIE ø *A gauche :* Face antéro-supérieure. — 1. *Lobe droit.* — 2. *Lobe gauche.* — 3. *Ligament suspenseur.* — 4. *Veine cave inférieure.* — 5. *Ligament coronaire.* ø *Au milieu :* Face inférieure. — 1. *Lobe droit avec : 1' Empreinte rénale ; 1" Empreinte colique.* — 2. *Lobe gauche.* — 3. *Lobe carré.* — 4. *Lobe de Spiegel.* — 5. *Hile du foie.* — 6. *Vésicule biliaire.* — 7. *Veine cave inférieure.* — 8. *Ligament suspenseur.* ø *A droite :* Pédicule hépatique (le foie est relevé par un crochet). — 1. *Foie.* — 2. *Estomac.* — 3. *Vésicule biliaire.* — 4. *Canal cholédoque.* — 5. *Veine porte.* — 6. *Artère hépatique.* — 7. *Pancréas.* — 8. *Angle droit du côlon.* (Moreaux, del.)

prise entre les deux angles porte le nom de côlon transverse.

De l'angle gauche, le côlon descend jusqu'à la hauteur de la crête iliaque gauche : c'est le côlon descendant. Puis, glissant sur la fosse iliaque gauche et tombant dans le bassin, il devient le côlon ilio-pelvien avant de se terminer au rectum.

Jetons un rapide coup d'œil sur ces différentes portions :

CÆCUM ET APPENDICE ILÉO-CÆCAL

Le cæcum a la forme d'une ampoule qui se termine en bas par une extrémité arrondie, le fond du cæcum. Il se continue directement en haut avec le côlon. Il siège dans la fosse iliaque droite, en rapport avec la paroi antérieure de l'abdomen, à travers laquelle on peut le palper, et reposant en arrière sur le muscle psoas iliaque.

A sa partie inférieure et interne s'implante un petit organe cylindrique, flexueux : c'est l'*appendice iléo-cæcal*, qui peut être le siège de lésions particulièrement fréquentes déterminant une maladie connue de tout le monde, l'*appendicite*. La longueur de ce diverticule du cæcum est de 8 à 10 centimètres ; sa largeur de 6 à 8 millimètres. Sa direction est variable. Le plus souvent il se porte en dedans et en bas vers le petit bassin, mais il n'est pas rare de le voir se porter en dehors ou même en haut, vers le rein, et même derrière le cæcum. On conçoit l'importance de la variabilité de cette situation sur la marche et l'évolution clinique de l'appendicite, ainsi que sur les recherches qui concourent au diagnostic de cette affection et sur la technique opératoire à suivre pour y remédier.

Le péritoine qui entoure l'appendice lui donne en général toute mobilité ; un court méso le rattache à la terminaison du mésentère et lui apporte sa vascularisation et son innervation. Une ligne que l'on peut tracer sur le vivant et qui unirait le cæcum à l'épine iliaque antéro-supérieure répond assez bien à la partie supérieure du cæcum et de l'appendice. La palpation de la région détermine au milieu de cette ligne un point douloureux (point de Mac Burney) lorsque l'appendice ou le cæcum sont malades.

CÔLON ASCENDANT

Il s'élève du cæcum jusqu'à la face inférieure du foie, accolé le plus souvent à la paroi postérieure de l'abdomen par le péritoine. L'angle hépatique qui le termine est difficilement accessible ; il est profond, masqué par le foie qui le recouvre.

CÔLON TRANSVERSE

Le côlon transverse, rectiligne et fixe dans son premier tiers, s'infléchit et décrit un arc descendant puis ascendant dans ses deux tiers gauches. Cette portion mobile peut d'ailleurs offrir des aspects variables qu'aujourd'hui la radioscopie permet de déceler sur le vivant grâce à l'ingestion d'une bouillie opaque aux rayons X. L'angle splénique qui termine le côlon transverse est plus élevé que l'angle hépatique ; il est caché par le rebord costal gauche : il repose en arrière sur le rein gauche et est en contact en haut avec la rate, fixé solidement à la paroi abdominale postérieure par un ligament dit phréno-colique.

CÔLON DESCENDANT

Le côlon descendant suit un trajet analogue à celui du côlon ascendant. Il forme souvent, chez les sujets atteints d'entéro-colite, une corde dure, douloureuse, que la palpation permet de percevoir dans le flanc gauche de l'abdomen.

CÔLON ILIO-PELVIEN

Le côlon ilio-pelvien, fixe dans sa portion répondant à la fosse iliaque, devient mobile et flottant dans celle qui correspond au bassin et qui dessine souvent une sorte d'S, d'où le nom de côlon ou anse sigmoïde qu'on lui donne parfois. Un repli péritonéal en forme d'éventail, le mésocôlon ilio-pelvien, le rattache à la paroi abdominale postérieure. Il contient dans son épaisseur, avec des nerfs et des lymphatiques, la terminaison de l'artère mésentérique inférieure, les artères sigmoïdes et les veines correspondantes.

RECTUM ET ANUS

Le rectum (fig. 107), dernier segment de l'intestin, commence au niveau du corps de la troisième vertèbre sacrée et se termine à l'anus. Moins flexueux que le côlon, d'où son nom (*rectus*, droit), le rectum est tout entier contenu dans le bassin, traversant les parties molles qui ferment la partie inférieure de cette région et qui constituent le périnée. En cheminant de haut en bas, il épouse la courbe de la concavité sacrée contre laquelle il s'appuie, puis, arrivé au niveau du coccyx, il se coude en arrière. C'est à ce niveau que le rectum, de pelvien qu'il était, devient périnéal. La longueur totale du conduit est de 15 centimètres en moyenne, dont 12 pour le segment supérieur et 3 pour le segment inférieur.

La portion pelvienne présente une dilatation, l'*ampoule rectale*, où s'accumulent les matières dans le cas de constipation. A sa partie inférieure, au niveau de l'anus, le conduit se rétrécit et s'entoure d'un appareil d'occlusion, le *sphincter anal*. Le rectum est en contact en avant, chez l'homme, avec la vessie, les vésicules séminales, le canal déférent et la prostate ; chez la femme, cette même face répond à la face postérieure de l'utérus et au vagin. A sa partie supérieure seulement et en avant, le péritoine revêt la portion pelvienne ; la portion périnéale est en dehors du péritoine. Le rectum est fixe dans la loge qui le contient, incapable de subir d'autres mouvements que ceux d'expansion.

L'anus qui le termine est un canal très court situé dans le sillon interfessier, à 25 millimètres en avant du coccyx. Intérieurement il est séparé du rectum par une série de petits replis curvilignes, nommés *valvules semi-lunaires de Morgagni*. C'est autour du canal anal que se disposent les appareils d'occlusion, le sphincter externe à la périphérie et, dans l'intérieur même des tuniques, le sphincter interne.

Les vaisseaux du gros intestin proviennent de l'artère mésentérique supérieure pour la partie droite, et de l'artère mésentérique inférieure pour la partie gauche et la portion terminale, portion basse du rectum et anus exceptés. Les vaisseaux, comme ceux de l'intestin grêle, s'anastomosent entre eux et forment des arcades d'où partent des vaisseaux terminaux. Malgré ces anastomoses, de très graves accidents sont à craindre lorsqu'une artère de quelque importance est oblitérée : la gangrène de l'intestin se produit avant que la circulation ait eu le temps de se rétablir. Ce cas se présente fréquemment lors des hernies étranglées qui n'ont pas été réduites ou que l'on a opérées trop tardivement.

La structure du gros intestin diffère dans ses détails de celle de l'intestin grêle. La muqueuse surtout présente des caractères différents : elle ne possède ni villosité ni valvule connivente. Le gros intestin est avant tout un canal d'évacuation.

GLANDES ANNEXES DU TUBE DIGESTIF

Le tube digestif nous présente deux glandes annexes d'une importance capitale qui sont contenues dans l'abdomen. Ce sont le foie et le pancréas. Quant à la rate, c'est un organe spécial aux fonctions encore obscures, dont la constitution s'apparente à celle des glandes à sécrétion interne, mais dont le développement est lié à celui du tube digestif. C'est pourquoi nous la décrivons dans ce chapitre.

FOIE

Le foie (fig. 108 et 109) est le plus volumineux des viscères. Il pèse environ 2 300 grammes sur le vivant. En raison de sa grosseur, des gros vaisseaux qui le traversent, les anciens lui attribuaient un rôle prépondérant dans les phénomènes de la vie. Quoique quelque peu déchu de cette prédominance de jadis, il garde une importance considérable en physiologie comme en anatomie, ne serait-ce, comme nous le verrons plus loin, que parce qu'il sécrète la bile, fabrique du sucre et arrête les substances toxiques.

Le foie est situé à la partie supérieure de l'abdomen, sous le diaphragme, au-dessus de l'estomac et de la masse intestinale. Sa coloration rouge brun s'éclaircit légèrement après la mort. Sa consistance est assez ferme, mais plastique ; elle se modèle en effet sur les organes voisins qui y laissent leur empreinte. Le tissu hépatique est friable, se laisse facilement déchirer. A un examen attentif, il semble formé par une agglomération de grains qui lui donnent un aspect granité : ces grains sont les lobules hépatiques.

Le foie occupe une loge dont les parois sont constituées, en avant, en dehors et en arrière, par la paroi antéro-latérale de l'abdomen et par la base du thorax. A l'état normal, le bord inférieur du foie ne dépasse pas en bas les fausses côtes. En haut, les parois de la loge sont représentées par la voûte diaphragmatique ; en bas, par le côlon transverse et son méso. La grosse glande est maintenue en place dans cette loge par des ligaments péritonéaux et par la veine cave inférieure qui passe en arrière de lui et qui lui est solidement unie par les veines sus-hépatiques.

Sa forme générale est celle d'un ovoïde à grand axe transversal, à grosse extrémité droite, et dont on aurait retranché la portion inférieure gauche par une coupe

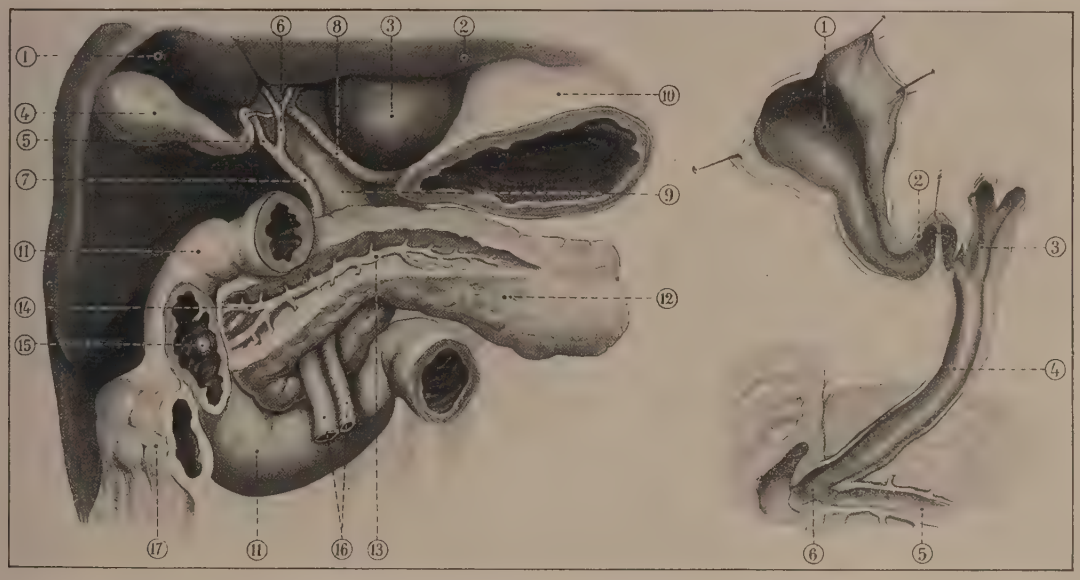


Fig. 109. — VOIES BILIAIRES ET PANCRÉAS ◆ *A gauche :* Voies biliaires extra-hépatiques. Canaux excréteurs du pancréas en place (le foie est relevé). — 1. *Lobe droit du foie.* — 2. *Lobe gauche.* — 3. *Lobe de Spiegel.* — 4. *Vésicule biliaire avec l'artère cystique qui lui fournit le sang.* — 5. *Canal cystique.* — 6. *Canal hépatique.* — 7. *Canal cholédoque.* — 8. *Artère hépatique.* — 9. *Veine porte.* — 10. *Estomac sectionné.* — 11. 11. *Duodénum* (coupé à ses deux extrémités). — 12. *Pancréas* (ouvert). — 13. *Canal de Wirsung.* — 14. *Canal de Santorini.* — 15. *Ampoule de Vater vue à travers une ouverture de la paroi du duodénum.* — 16. *Vaisseaux mésentériques* (coupés). — 17. *Angle droit du côlon.* ◆ *A droite :* Coupe des voies biliaires. — 1. *Vésicule.* — 2. *Canal cystique.* — 3. *Canal hépatique.* — 4. *Canal cholédoque.* — 5. *Canal de Wirsung.* — 6. *Ampoule de Vater.* (Moreaux, del.)

oblique. Il présente trois faces : antéro-supérieure, inférieure et postérieure.

La face antéro-supérieure, convexe, est divisée en deux lobes, l'un droit, l'autre gauche, par un ligament, le *ligament suspenseur du foie* ou *ligament falciforme*, tendu du foie au diaphragme. La face inférieure est parcourue par deux sillons antéro-postérieurs ; l'un, gauche, renferme un cordon fibreux appelé *ligament rond*, qui représente le vestige de la veine ombilicale du fœtus et, en arrière de celui-ci, un autre cordon fibreux, reste d'un canal embryonnaire, le *canal d'Arantius*, qui, chez le fœtus, unit la branche gauche de la veine porte à la veine cave inférieure. Le sillon droit est une large gouttière, la *fossette cystique*, qu'occupe la vésicule biliaire.

Un sillon transversal, encore appelé *hile du foie*, car il est occupé par les canaux, vaisseaux et nerfs qui se rendent à la glande ou qui en viennent, unit les deux sillons antéro-postérieurs.

Les sillons précédents délimitent quatre lobes : le *lobe carré*, en avant du sillon transverse ; le *lobe de Spiegel*, en arrière de celui-ci ; le *lobe droit*, situé en dehors de la fossette cystique, sur laquelle s'imprime l'angle droit du côlon, le pôle supérieur du rein droit et la glande surrénale droite ; enfin, le *lobe gauche* qui s'imprime sur l'estomac.

La face postérieure du bord postérieur du foie est verticale. La veine cave inférieure, qui creuse une gouttière profonde, est large, tandis que le sillon d'Arantius est plus étroit ; le lobe de Spigel est compris entre ces deux sillons.

L'*artère hépatique*, branche du tronc cœliaque, est l'artère nourricière du foie. De plus, cet organe reçoit la *veine porte* qui forme une circulation absolument unique dans le corps humain. Cette veine reçoit le sang de l'estomac et de l'intestin, de la rate et du pancréas, par les deux veines mésentériques et par la veine splénique. La veine porte conduit le sang dans le foie après avoir passé derrière la tête du pancréas, derrière le duodénum et occupé le ligament péritonéal qui unit l'estomac au foie (épiploon gastro-hépatique).

Arrivée au hile du foie, la veine porte se divise. Les branches pénètrent dans le foie où elles se ramifient, formant des veines qui cheminent entre les lobules et dont les terminaisons forment un système capillaire auquel succèdent d'autres veines. Celles-ci, d'abord *intra-lobulaires*, deviennent *sus-lobulaires* et sortent du foie pour devenir les veines *sus-hépatiques*. Ces dernières se jettent dans la veine cave inférieure. Nous voyons donc ici ce phénomène curieux de deux systèmes capillaires veineux se succédant l'un à l'autre. La veine porte est le vaisseau fonctionnel du foie (Voir *Physiologie* et *Histologie*).

La bile sécrétée par le foie sort de cette glande par le canal hépatique. De ce canal elle remonte, en dehors des périodes de digestion, par le canal cystique qui présente en son intérieur une valvule disposée en spirale, la *valvule de Heister*, jusque dans la vésicule biliaire. Celle-ci, appelée communément la poche du fiel, est un

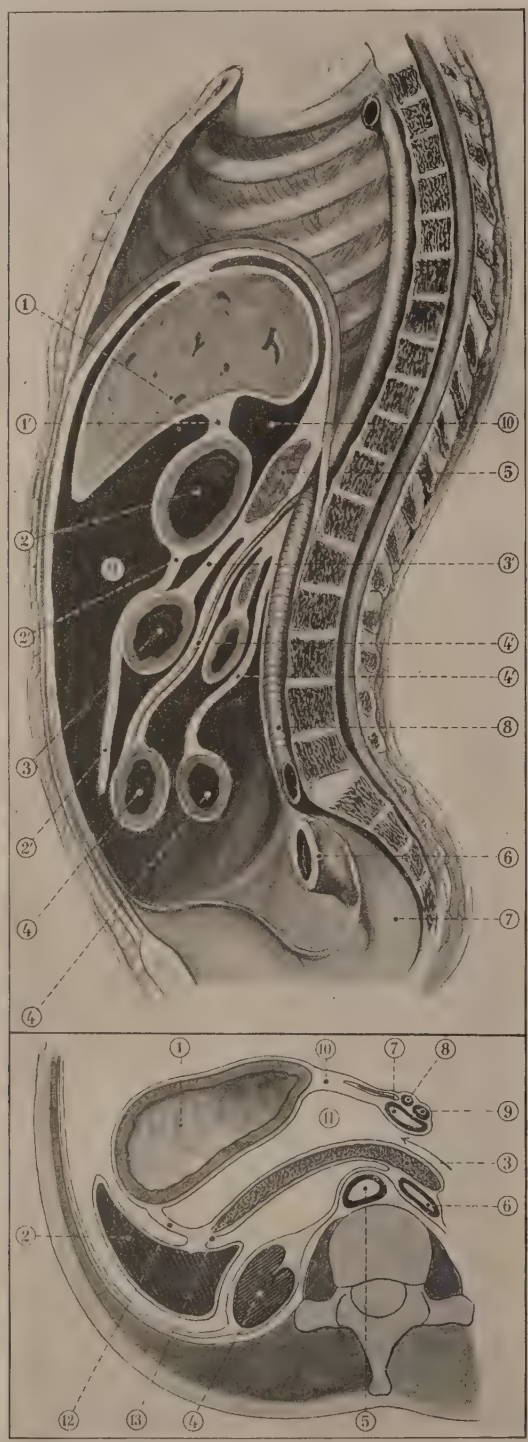


Fig. 110. — LE PÉRITOINE ▰ Deux coupes montrant la disposition du péritoine autour des organes de l'abdomen. ▰ *En haut :* Coupe sagittale (antéro-postérieure, passant par le milieu du corps. La coupe de l'intestin est simplifiée). — 1. *Foie.* — 1'. *Petit épiploon.* — 2. *Estomac.* — 2'. 2'. *Grand épiploon.* — 3. *Côlon transverse.* — 3'. *Mésocôlon transverse.* — 4. 4. *Intestin grêle.* — 4'. 4'. *Mésentère (avec une artère mésentérique).* — 5. *Pancréas.* — 6. *Terminaison du côlon ilio-pelvien.* — 7. *Rectum.* — 8. *Aorte.* — 9. *Grande cavité péritonéale.* — 10. *Arrière-cavité des épiploons.* — *En bas :* Coupe transversale de la partie gauche de l'abdomen destinée à montrer l'arrière-cavité des épiploons. ▰ 1. *Estomac.* — 2. *Rate.* — 3. *Pancréas.* — 4. *Rein gauche.* — 5. *Aorte.* — 6. *Veine cave inférieure.* — 7. *Veine porte.* — 8. *Artère hépatique.* — 9. *Canal cholédoque.* — 10. *Petit épiploon.* — 11. *Arrière-cavité des épiploons.* — 12. *Épiploon gastro-splénique.* — 13. *Épiploon pancréatico-splénique.* — La flèche indique l'entrée de l'arrière-cavité des épiploons au niveau de l'hiatus de Winslow. (Moreaux, del.)

réservoir en forme de poire de 10 centimètres de longueur environ, dont le fond regarde en avant et se met en contact avec la paroi antérieure de l'abdomen (au niveau de l'extrémité antérieure du dixième cartilage costal droit). Ce point est particulièrement douloureux lorsque la vésicule est enflammée.

Lorsque la vésicule biliaire vide son contenu, la bile reprend le trajet du canal cystique et s'engage dans le canal cholédoque (étymologiquement : qui conduit la bile). Celui-ci continue donc à la fois le canal cystique et le canal hépatique. Il se porte vers la première portion du duodénum en compagnie de la veine porte et de l'artère hépatique, passe derrière elle, remonte la tête du pancréas où il se fraie un chemin pour aboutir, au niveau de la deuxième portion du duodénum, dans l'ampoule de Vater. C'est le cheminement difficile, dans le canal cystique ou dans le canal cholédoque, des calculs biliaires nés dans la vésicule, qui provoque le plus souvent la crise de colique hépatique. Lorsque le calcul s'arrête dans le cholédoque, la bile, ne pouvant plus parvenir à l'intestin, passe dans les vaisseaux sanguins et détermine la coloration en jaune de tous les téguments (ictère ou jaunisse).

PANCRÉAS

Le pancréas (fig. 105 et 109). est une glande volumineuse annexée au duodénum, dans lequel elle déverse son liquide de sécrétion, le suc pancréatique. A côté de cette sécrétion externe, indispensable à la digestion, le pancréas déverse dans le sang un produit de sécrétion interne absolument nécessaire à la fonction glycogénique (Voir *Physiologie*).

Le pancréas est situé dans l'abdomen supérieur, couché transversalement au niveau de la colonne vertébrale depuis la deuxième portion du duodénum jusqu'à la rate. Sa forme assez irrégulière l'a fait comparer à un marteau, à une langue de chien, à une équerre de maçon, toutes comparaisons peu exactes. Il présente trois parties : la partie droite ou *tête*, la partie moyenne ou *corps*, et une partie gauche ou *queue*.

Sa coloration est blanc rosé à l'état frais, sa consistance assez ferme ; mais il s'altère très rapidement après la mort. Il se produit une véritable auto-digestion du pancréas par lui-même qui peut même survenir pendant la vie dans certains cas pathologiques (pancréatite hémorragique). Il mesure environ 15 centimètres de long ; son poids n'excède pas 80 grammes.

Si nous le suivons de droite à gauche, la tête apparaît sous la forme d'une masse arrondie enchâssée dans

l'anneau du duodénum. Le tissu pancréatique se creuse même au contact de ce segment de l'intestin à la façon d'une jante dont le duodénum forme le pneumatique. Elle est croisée en avant par le mésocôlon transverse, en arrière par le canal cholédoque.

La tête du pancréas est reliée au corps par une portion plus étroite, le *col* ou *isthme*. Son bord supérieur est échancré par le passage de la première portion du duodénum, le bord inférieur par celui des vaisseaux mésentériques supérieurs qui gagnent les anses intestinales. En arrière se trouve l'origine de la veine porte.

Le corps, allongé de droite à gauche et de bas en haut, s'incurve sous la pression de la face postérieure de l'estomac qui repose sur lui, n'en étant séparé que par l'arrière-cavité des épiploons. En arrière, il franchit la saillie vertébrale et celle de l'aorte et rencontre les veines rénale gauche et splénique ainsi que l'artère splénique dont les sinuosités apparaissent au-dessus du bord supérieur. La queue du pancréas, assez variable, large ou effilée, longue ou courte suivant les sujets, le plus souvent mince, entre en contact avec le hile de la rate qui lui est unie par un repli péritonéal, lequel renferme les vaisseaux spléniques : c'est l'*épiploon pancréatico-splénique*.

L'appareil excréteur du pancréas est constitué par deux conduits, l'un principal et l'autre accessoire. Le *conduit principal*, ou *canal de Wirsung*, parcourt le pancréas de la queue à la tête. Au niveau de celle-ci il s'unit avec le canal cholédoque au-dessous duquel il est placé et s'ouvre avec lui sur la paroi interne de la portion descendante du duodénum, au niveau de la grande caroncule, soit directement, soit par l'intermédiaire de l'ampoule de Vater.

Le *canal accessoire*, ou *canal de Santorini*, prend naissance sur le canal de Wirsung lui-même, au niveau du col de la glande, et vient déboucher dans le duodénum à 2 ou 3 centimètres au-dessus et un peu en avant de la grande caroncule, sur un petit mamelon qui porte le nom de petite caroncule.

Les rapports de voisinage intimes du canal cholédoque et du canal de Wirsung expliquent la facilité avec laquelle les lésions du pancréas peuvent agir sur le canal biliaire, en le comprimant, en l'obstruant. On conçoit la possibilité d'infections à directions multiples partant du duodénum et émigrant vers le foie ou vers le pancréas.

RATE

La rate est un organe lymphoïde, dont les fonctions encore mal connues semblent se rattacher à la formation des globules du sang. C'est ce que l'on appelle une glande vasculaire sanguine. Il serait plus logique de la décrire soit avec le système circulatoire, soit avec les glandes à sécrétion interne, puisqu'elle déverse le produit de son activité dans le sang, et si nous la décrivons avec le tube digestif, c'est uniquement à cause des rapports qu'elle affecte avec celui-ci.

La rate est un organe allongé dans le sens vertical, fortement aplati dans le sens transversal, présentant une surface convexe qui regarde en dehors, et une surface plane qui regarde en dedans. De 12 centimètres de longueur sur 8 de large et 4 d'épaisseur, elle pèse en moyenne 200 grammes. Sa surface est lisse ; sa couleur est rouge foncé sur le vivant, brun foncé sur le cadavre ; son tissu est d'une très grande friabilité.

Elle est située dans la partie gauche de l'abdomen (hypocondre gauche), sous le diaphragme (fig. 110). La cage thoracique la masque et ce n'est que lorsqu'elle est anormalement développée qu'on peut la sentir par la palpation abdominale, ce qui est symptomatique d'un certain nombre de maladies (paludisme, fièvre typhoïde, etc.). Sa face externe, convexe, regarde donc le diaphragme et la paroi thoracique. Elle subit les mouvements respiratoires, s'abaissant pendant l'inspiration par l'intermédiaire du diaphragme ; elle répond à la plèvre et au poumon gauche. La face interne ou plane est divisible elle-même en trois faces secondaires : la première regarde en bas et en dedans et répond à la partie supérieure et externe du rein gauche, c'est la *face rénale* ; la deuxième regarde en avant et en dedans et se modèle sur la convexité de la face postérieure de l'estomac, c'est la *face gastrique* ; elle est reliée à l'estomac par deux feuillets péritonéaux, l'*épiploon gastrosplénique* qui renferme les vaisseaux allant de l'artère de la rate à la grande courbure de l'estomac ou vaisseaux courts. Nous avons déjà vu en étudiant le pancréas qu'elle était reliée à cet organe par l'épiploon pancréatico-splénique. La troisième face regarde en avant, en bas et en dedans ; on l'appelle *face colique*, car elle s'appuie sur l'angle gauche du côlon.

Les faces sont séparées les unes des autres par trois bords. L'un de ceux-ci, le bord supéro-externe, est caractérisé par des échancrures, d'où le nom de *bord crénelé* qu'on lui donne. Le médecin qui, en palpant l'abdomen, perçoit sous ses doigts, du côté gauche, une masse résistante avec un bord festonné, est certain qu'il s'agit de la rate.

CHAPITRE VII

APPAREIL DE LA RESPIRATION ET DE LA PHONATION

L'APPAREIL de la respiration de l'homme, comme celui des vertébrés supérieurs, se présente sous la forme d'un appareil pulmonaire. Cet appareil dérive, au point de vue du développement embryologique, de l'intestin primitif et, au cours de son évolution, il se différencie en plusieurs parties qui sont : 1° deux sacs pulmonaires proprement dits, droit et gauche ; 2° le canal ou bronche qui réunit chacun d'eux au canal aérien principal ;

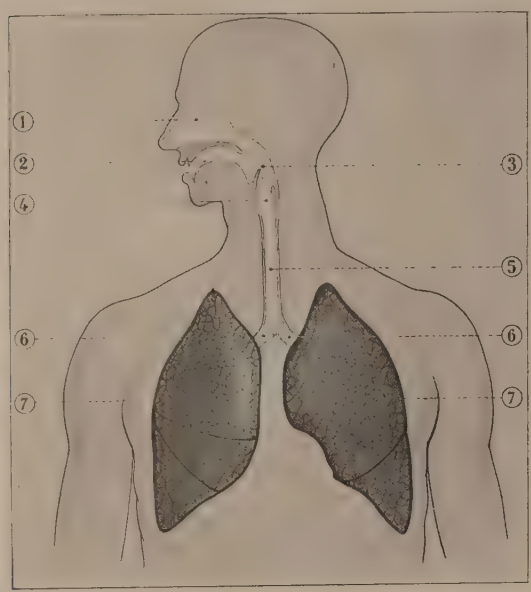


Fig. 111. — VUE D'ENSEMBLE DE L'APPAREIL RESPIRATOIRE. ø 1. *Fosses nasales.* — 2. *Bouche.* — 3. *Pharynx.* — 4. *Larynx surmonté de l'épiglotte.* — 5. *Trachée.* — 6. 6. *Bronches.* — 7. 7. *Poumons.* (Moreaux, del.)

3° le conduit aérien principal ou trachée ; et, enfin, 4° un organe spécial qui siège au niveau où l'appareil respiratoire se sépare de l'appareil digestif et qu'on appelle larynx. Larynx, trachée et bronches extrapulmonaires constituent les voies aériennes extrapulmonaires, auxquelles il faut ajouter les fosses nasales qui servent principalement au passage de l'air. Ayant étudié celles-ci à propos de l'olfaction, nous n'envisagerons que les voies aériennes proprement dites et les poumons.

LARYNX

Le larynx (fig. 111, 112, 113 et 114) ne sert pas seulement au passage de l'air de la respiration, il est encore l'organe essentiel de la phonation. Il est constitué par des pièces cartilagineuses, mobiles passivement et activement sous l'influence d'un appareil musculaire bien différencié ; il renferme aussi deux replis de la muqueuse aérienne, les cordes vocales, qui délimitent la glotte, orifice qui peut être ouvert ou fermé par les muscles contenus dans ces replis.

Le larynx est situé en avant du pharynx avec lequel il communique, au-dessus de la trachée, au-dessous de la base de la langue.

Il fait une saillie dans la région du cou et l'un de ses cartilages, le plus volumineux, le plus saillant, le cartilage thyroïde, constitue la pomme d'Adam si visible chez les hommes maigres. On peut le saisir entre les mains et le mobiliser.

Cet organe est plus grand chez l'homme que chez la femme. Peu développé chez l'enfant, il s'accroît rapidement à l'époque de la puberté, à l'âge où la voix change de caractère (mue de la voix) ; en moins de deux ans, il atteint alors son développement presque complet.

Cet organe présente, au point de vue de son importance, des variétés individuelles qui sont en rapport avec la hauteur de la voix. Les petits larynx se trouvent chez les sujets qui ont la tonalité haute ; les larynx de grande dimension sont l'apanage des voix de basse. Le développement des organes génitaux qui caractérise la crise pubère est en rapport avec le développement laryngé ; quand le premier est incomplet, la voix prend un caractère que l'on a nommé eunuchoïde.

ARCHITECTURE DU LARYNX. — Les cartilages qui composent le larynx sont au nombre de neuf : trois impairs et médians, qui sont le cartilage cricoïde, le cartilage thyroïde et l'épiglotte ; six pairs et latéraux : les cartilages aryténoïdes, les cartilages corniculés de Santorini et les cartilages de Wrisberg. Les trois premiers sont les plus importants.

Le *cartilage cricoïde* est le plus inférieur, il surmonte la trachée. Sa forme est celle d'une bague dont la partie postérieure, plus élevée que l'antérieure, formerait le chaton. Sur le chaton cricoïdien s'élèvent les deux *cartilages aryténoïdes*, petites pyramides triangulaires à sommet supérieur. Leur base présente deux prolongements dont l'antérieur, appelé apophyse vocale, donne insertion à la corde vocale et dont l'externe, appelé apophyse musculaire, sert de fixation aux muscles moteurs du cartilage.

Le *cartilage thyroïde* ressemble à un livre à demi ouvert, dont le dos est placé verticalement et tourné en avant. Les deux plaques latérales qui forment la couverture du livre sont quadrilatères et s'unissent au dos pour former la pomme d'Adam. C'est dans l'angle intérieur de cette saillie que s'attachent les cordes vocales. Au-dessus d'elles se trouve une échancrure facile à percevoir sur le vivant. Les deux bords postérieurs se prolongent sous forme de cornes supérieures et inférieures. Le cartilage thyroïde surmonte le cartilage cricoïde en avant ; il est séparé de lui par un espace où l'on pratique l'ouverture des voies aériennes chez l'adulte, lorsque le larynx est obstrué, opération plus facile à pratiquer et moins grave que l'ancienne trachéotomie.

L'*épiglotte* ressemble à une feuille dont le pétiole s'implante dans l'angle rentrant du thyroïde immédiatement au-dessus de l'insertion des cordes vocales. Les autres cartilages, ceux de Santorini et de Wrisberg, sont situés au-dessus des cartilages aryténoïdes et sont contenus dans des replis qui unissent ceux-ci à l'épiglotte.

Des articulations et des ligaments unissent ces cartilages entre eux. Au point de vue fonctionnel, les plus intéressants sont les articulations qui unissent le cartilage cricoïde au thyroïde, et le cricoïde aux aryténoïdes. En effet, c'est au niveau de ces articulations que se produisent les déplacements nécessaires aux mouve-

ments respiratoires et à la phonation. Les muscles qui actionnent les cartilages, et que l'on voit sur les figures ci-contre, permettent au larynx d'exécuter les mouvements suivants :

1° Un mouvement de rapprochement des cordes vocales ou d'adduction, provoqué par le muscle aryténoïdien et par les deux crico-aryténoïdiens latéraux. Ce mouvement rétrécit la glotte.

2° Le mouvement contraire ou mouvement d'abduction, qui a pour effet de dilater la glotte, est déterminé par les deux crico-aryténoïdiens postérieurs. Leur paralysie entraîne la difficulté respiratoire et un bruit de cornage dû à la vibration des cordes vocales pendant l'inspiration.

3° Le mouvement de tension qui permet aux cordes vocales de vibrer, donc de produire un son, est sous la dépendance surtout des deux thyro-aryténoïdiens, contenus dans les cordes vocales. Leur paralysie s'accompagne de troubles de la voix ou dysphonie, qui peut aller jusqu'à l'aphonie.

Ces muscles sont innervés par les nerfs récurrents, branches du pneumogastrique dont nous avons déjà parlé à propos de l'œsophage, et par le nerf laryngé supérieur qui n'innerve que le seul muscle crico-thyroïdien.

Configuration intérieure du larynx. — La cavité laryngée présente, comme nous l'avons vu, deux replis : les cordes vocales. Il en résulte trois étages : un étage supérieur sus-glottique, un étage moyen glottique, un étage inférieur sous-glottique.

Etage supérieur sus-glottique. — On y remarque l'orifice supérieur ou pharyngien du larynx, taillé obliquement de haut en bas et d'avant en arrière. Il est constitué en avant par l'épiglotte, latéralement par les replis aryténo-épiglottiques ; en arrière, par l'échancrure interaryténoïdienne. L'examen par endoscopie montre l'épiglotte formant un bourrelet mince et jaune rougeâtre qui surplombe la partie antérieure des cordes vocales. On conçoit que, lorsque l'épiglotte est atteinte de lésions (ulcération, infiltration, etc.), elle ne peut plus se rabattre sur l'orifice du larynx et le fermer : les parcelles alimentaires peuvent alors pénétrer dans les voies aériennes et provoquer des accidents graves.

Dans l'étage sus-glottique, on rencontre deux replis membraneux, les cordes ventriculaires ou *cordes vocales supérieures*. A l'inverse des vraies cordes vocales, elles ne jouent aucun rôle important dans la phonation. Elles sont séparées de ces dernières par deux petites cavités qu'on nomme les *ventricules* du larynx.

Etage glottique. — Il est constitué par la glotte. Celle-ci est limitée par les cordes vocales inférieures, replis élastiques musculo-membraneux, longs de 20 à

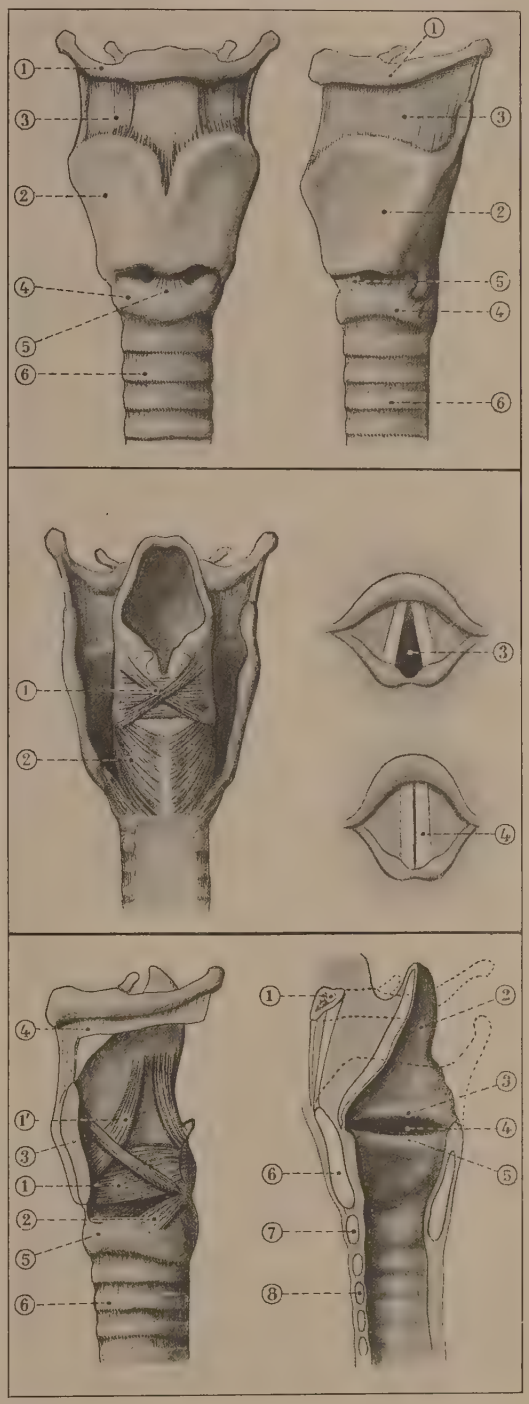


Fig. 112. — LARYNX, ORGANE DE LA PHONATION ▫ *En haut :* Vue antérieure et vue latérale. Cartilages du larynx. — 1. *Os hyoïde.* — 2. *Cartilage thyroïde.* — 3. *Membrane thyro-hyoïdienne.* — 4. *Cartilage cricoïde.* — 5. *Membrane crico-thyroïdienne.* — 6. *Trachée.* ▫ *Au milieu, à droite :* Action des muscles du larynx. — 3. *Glotte ouverte.* — 4. *Glotte fermée.* ▫ *A gauche :* Vue postérieure. — 1. *Muscle ary-aryténoïdien.* — 2. *Muscle crico-aryténoïdien postérieur.* ▫ *En bas, à gauche :* Muscle du larynx, vue postérieure et latérale. — 1. *Muscle thyro-aryténoïdien.* — 1'. *Faisceaux thyro-épiglottiques.* — 2. *Muscle crico-thyroïdien.* — 3. *Cartilage thyroïde* (coupé). — 4. *Membrane thyro-hyoïdienne* (coupée). — 5. *Cartilage cricoïde.* — 6. *Trachée.* ▫ *A droite :* Coupe du larynx. — 1. *Os hyoïde* (coupé). — 2. *Epiglotte.* — 3. *Corde vocale supérieure.* — 4. *Glotte.* — 5. *Corde vocale inférieure.* — 6. *Coupe du cartilage thyroïde.* — 7. *Coupe du cartilage cricoïde.* — 8. *Coupe d'un anneau de la trachée.* (Moreaux, del.)

35 millimètres chez les hommes et de 15 à 20 millimètres chez les femmes. Elles s'insèrent dans l'angle rentrant du cartilage thyroïde en avant et sur l'apophyse vocale des cartilages aryténoïdes en arrière.

L'examen laryngoscopique nous montre les vraies cordes vocales sous forme de deux bandelettes blanc nacré, lisses et brillantes, qui divergent en arrière. En avant, leur bord est mince ; postérieurement, il est épais. Les physiologistes appellent l'espace antérieur la glotte vocale et la portion postérieure glotte respiratoire (Voir *Physiologie*).

Etage sous-glottique. — C'est le moins important des trois étages. L'inflammation de sa muqueuse se manifeste chez l'enfant par les symptômes du faux croup et de la laryngite striduleuse.

Dans ces dernières années, la laryngoscopie a permis aux chirurgiens d'accéder facilement au larynx par les voies naturelles. La figure 114 montre comment l'opérateur fait ingénieusement se réfléchir sur le miroir introduit dans la bouche l'image d'un organe qui, *a priori*, semble inaccessible à une vision directe.

TRACHÉE-ARTÈRE

La trachée-artère (fig. 111 et 112) est un conduit résistant fibro-musculaire et cartilagineux, compris entre le larynx et l'origine des bronches. Il a la forme d'un tube qui serait plan sur sa face postérieure. La trachée suit les déplacements du larynx, s'élevant et descendant avec lui pendant les actes respiratoires. Son élasticité lui permet de s'allonger et de se raccourcir. Le calibre de la trachée varie suivant les âges et suivant les sexes ; il est aussi beaucoup plus étroit sur le vivant que sur le cadavre; plus large aussi quand, la glotte étant fermée, l'individu fait un effort. Son diamètre transversal, chez l'adulte vivant, ne dépasse pas 12 millimètres.

La surface intérieure de l'organe est de couleur rosée. On aperçoit sur elle des reliefs circulaires dirigés transversalement, semblables à ceux qui se dessinent sur la surface extérieure et qui répondent aux anneaux cartilagineux séparés les uns des autres par des bandes fibreuses. On remarque qu'à leur partie postérieure les anneaux cartilagineux, qui sont au nombre de seize à vingt, sont incomplets et remplacés par la membrane fibro-élastique qui les réunit et par des fibres musculaires lisses formant une lame de 1 à 2 millimètres d'épaisseur connue sous le nom de muscle trachéal.

La trachée traverse successivement le cou et la partie supérieure du thorax. Dans sa portion cervicale, c'est-à-dire celle qui correspond au cou, ses premiers anneaux sont recouverts par l'isthme de la glande thyroïde. Les lobes latéraux de cette glande l'entourent sur les côtés. Certains goitres, qui sont des hypertrophies de cette glande, non seulement masquent la trachée, mais encore la dévient et la déforment. Sur les côtés cheminent le paquet vasculo-nerveux du cou et, plus près d'elle encore, les nerfs récurrents.

Dans sa portion thoracique, la trachée, qui, au fur et à mesure qu'elle descend, s'écarte du plan antérieur du corps, se met en rapport : avec la crosse de l'aorte qui passe sur sa face gauche et la repousse à droite ; avec les gros vaisseaux qui partent de cette crosse; et, plus superficiellement, avec les troncs veineux qui constitueront la veine cave supérieure. En arrière, la trachée est appliquée, au cou comme au thorax, contre l'œsophage et devant lui. Chez le nouveau-né et chez le jeune enfant, une grosse glande, le *thymus*, est en contact étroit avec sa partie antérieure. L'hypertrophie de cette glande est capable de provoquer, par compression, des troubles respiratoires.

Arrivée au niveau de la cinquième vertèbre dorsale, à 7 centimètres en arrière du sternum, la trachée se bifurque en deux canaux qui sont les bronches. Au niveau de la bifurcation, elle présente intérieurement une cloison qui s'élève dans sa lumière à la façon d'un éperon : c'est l'*éperon trachéal*.

Comme on le voit, si la trachée est assez accessible à la région cervicale, elle devient très difficilement abordable chirurgicalement par les voies externes dans sa portion thoracique.

BRONCHES

Les grosses bronches sont au nombre de deux : l'une droite, l'autre gauche (fig. 111). Elles s'écartent l'une de l'autre, chacune se dirigeant obliquement en bas et en dehors pour gagner le pédicule ou hile du poumon correspondant. La bronche droite, plus large, plus courte (20 à 25 millimètres) que la branche gauche (45 à 50 millimètres), a une direction qui se rapproche beaucoup de la verticale ; aussi est-ce dans sa cavité que s'engagent de préférence les corps étrangers inspirés accidentellement dans la trachée.

Les grosses bronches sont profondément enfouies dans la cage thoracique et entrent en rapport intime avec les organes qui constituent le hile du poumon, c'est-à-dire les divisions de l'artère pulmonaire qui sont situées de chaque côté de l'appareil pulmonaire, au-devant et un peu au-dessus de la bronche, et les veines pulmonaires placées au-devant de la bronche, mais sur un plan plus antérieur et inférieur à celui qu'occupe l'artère. Les vaisseaux nourriciers des bronches et les nerfs sont sur leur face postérieure. En dehors de ces organes constituant le pédicule ou hile pulmonaire, les bronches contractent des rapports intimes avec les autres organes que l'on trouve dans le médiastin, c'est-à-dire : en avant, avec la veine cave supérieure droite pour la bronche droite, avec la crosse aortique pour la bronche gauche ; en arrière, les nerfs pneumogastriques les croisent, et tandis que la grande veine azygos décrit une courbe en arrière et au-dessus de la bronche droite, la crosse de l'aorte contourne la bronche gauche de la même façon.

Arrivée au hile du poumon, chacune des grosses bronches pénètre dans cet organe, où elle se divise.

POUMONS

CONFIGURATION ET RAPPORTS. — Les poumons, organes essentiels de l'appareil respiratoire, sont au nombre de deux (fig. 111), l'un droit, l'autre gauche. Ils sont contenus entièrement dans la cage thoracique et séparés l'un de l'autre par l'ensemble des organes qui constituent le médiastin. Leur couleur est rosée chez le nouveau-né, grisâtre chez l'adulte, ardoisée et marbrée chez l'individu âgé qui a respiré les poussières charbonneuses. Chaque poumon a la forme d'un demi-cône, dont le sommet, dirigé en haut, est arrondi et répond à la partie latérale de la base du cou, dont la face externe, convexe, s'adapte à la concavité de la cage thoracique, tandis que la face interne, légèrement concave, regarde le médiastin et que la base, excavée elle aussi, s'applique sur la convexité du dôme diaphragmatique. Le poids absolu des poumons est chez l'adulte de 1 100 à 1 200 grammes ; le poids spécifique varie suivant que se sont établies ou non les fonctions respiratoires : un poumon qui a respiré flotte dans l'eau. Ce procédé est utilisé en médecine légale lorsqu'on veut savoir si un mort-né a respiré ou non.

Le poumon a une consistance molle ; il est très élastique, c'est-à-dire qu'après avoir été distendu par l'air, il revient facilement à ses dimensions primitives, propriété indispensable à son bon fonctionnement.

Chaque poumon est formé par plusieurs lobes ; le poumon gauche en a deux, l'un supérieur, l'autre inférieur ; le poumon droit en possède trois, le supérieur, le moyen, l'inférieur. Ces lobes sont séparés par des scissures : il n'en existe qu'une à gauche ; à droite, la scissure oblique, en se bifurquant, donne naissance à une scissure horizontale. Ces scissures interlobaires sont comblées par la plèvre, et comme elles sont parfois le siège de pleurésie suppurée et enkystée, les anatomistes les ont repérées par rapport au gril costal, de façon à pouvoir les aborder chirurgicalement. La scissure du poumon gauche commence en arrière et en haut (extrémité supérieure) au niveau de la quatrième côte, puis elle croise, au milieu de son trajet, très obliquement, la cinquième côte pour aboutir en avant à la face interne de la sixième. A droite, la scissure oblique présente sensiblement les mêmes rapports et la scissure horizontale suit à peu près la quatrième côte pour venir se terminer à la partie postérieure du sternum au niveau du troisième espace intercostal. Ces scissures ne sont pas apparentes sur la face intenre du poumon.

Cette face interne du poumon présente à considérer le hile de l'organe, région haute d'environ 5 centimètres et large de 3, où pénètrent les éléments du pédicule pulmonaire. La portion préhilaire, c'est-à-dire en avant du hile, est en rapport avec les organes du médiastin postérieur. Avant de continuer à décrire le poumon, disons en quelques lignes ce que l'on entend par médiastin.

MÉDIASTIN. — Le médiastin est l'espace compris entre les faces internes des deux poumons. En avant il est limité par la face postérieure du sternum, en arrière par la face antérieure de la colonne vertébrale. En bas, il s'appuie sur le diaphragme, tandis qu'en haut il se continue avec le cou. La trachée et sa bifurcation divisent conventionnellement le médiastin en deux régions, antérieure et postérieure.

Le *médiastin antérieur* est en avant du conduit aérien et le médiastin postérieur en arrière de ce conduit. Dans le médiastin antérieur, nous rencontrons le cœur et le péricarde qui dépriment particulièrement la face interne du poumon gauche (lit du cœur), le thymus, les gros vaisseaux qui partent de la base du cœur ou qui y arrivent : aorte, veine cave supérieure, artère pulmonaire, branches de la crosse de l'aorte.

Le *médiastin postérieur*, qui n'est, en réalité, que la portion la plus reculée de cette grande région, est situé en arrière du péricarde et des gros vaisseaux. De forme quadrilatère, cette région contient le conduit trachéo-bronchique, l'œsophage, l'aorte, les veines azygos, le canal thoracique, les nerfs pneumogastriques, enfin de nombreux ganglions. Ces derniers organes sont surtout nombreux au niveau de la bifurcation trachéale et en avant des grosses bronches, formant là des amas qui, sous l'influence de divers états pathologiques, peuvent devenir volumineux. On conçoit que leur hypertrophie ou leur dégénérescence (adénopathie trachéo-bronchique simple, tuberculose, cancer) puissent comprimer les nerfs et les vaisseaux, dont nous avons parlé tout à l'heure.

Revenant maintenant aux poumons, nous constaterons que le sommet déborde en haut de la première côte. Là, le poumon dégagé du squelette est superficiel ; c'est à ce niveau que l'oreille perçoit le plus souvent les signes de la tuberculose à son début.

Si l'on coupe le poumon, la masse de l'organe apparaît comme constituée par une quantité considérable de petites cavités, les *lobules pulmonaires* ; chacun d'eux, d'un volume de 1 centimètre cube environ, est appendu

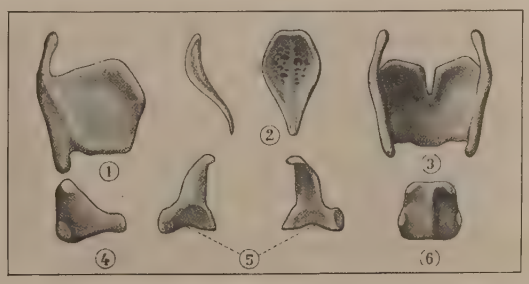


Fig. 113. — DÉTAIL DES CARTILAGES DU LARYNX. 1. *Cartilage thyroïde, vue latérale gauche.* — 2. *Épiglotte, vue de profil et par sa face antérieure.* — 3. *Cartilage thyroïde, vue postérieure (interne).* — 4. *Cartilage cricoïde, vue latérale gauche.* — 5. *Cartilages aryténoïdes.* — 6. *Cartilage cricoïde, vue antérieure.* (Moreaux, del.)

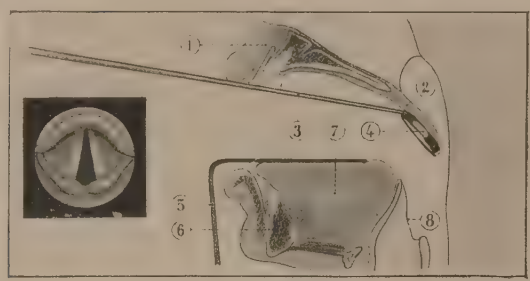


Fig. 114. — ASPECT DU LARYNX AU LARYNGOSCOPE
A droite : Coupe de la cavité buccale. — 1. *Coupe du maxillaire supérieur.* — 2. *Coupe de la luette.* — 3. *Manche du laryngoscope.* — 4. *Son miroir.* — 5. *Abaisse-langue.* — 6. *Coupe du maxillaire inférieur.* — 7. *Langue.* — 8. *Ouverture du larynx.* *A gauche :* Comment on voit le larynx dans le miroir du laryngoscope. (Moreaux, del.)

à une petite bronche appelée *bronche sus-lobulaire*. A ces lobules aboutissent les bronches intra-pulmonaires qui conduisent le canal aérifère jusqu'aux lobules ; enfin il existe des vaisseaux de deux ordres, les uns servant au fonctionnement du poumon, les autres étant seulement pour lui nourriciers.

Lobules pulmonaires. — Chaque lobule est constitué par une série de petits sacs appelés *acini*. La bronche sus-lobulaire à laquelle est appendu le lobule pénètre dans celui-ci, devenant, de ce fait, intralobulaire. Cette bronche intralobulaire abandonne des collatérales et des branches terminales qui se subdivisent encore (vingt à trente pour un lobule), aboutissant chacune à un *acinus* (bronchioles acineuses).

Chaque acinus, long de 1 à 2 millimètres, présente, après un rétrécissement de la bronchiole, une dilatation (vestibule) d'où partent quatre ou cinq canaux alvéolaires qui se terminent dans des cavités plus vastes, latérales ou terminales par rapport à l'axe de l'acinus, les *infundibula*. Les infundibula sont tapissés de petites logettes, les *alvéoles*, au nombre de 250 par millimètre de poumon. Cette multiplicité de loges et logettes développe considérablement la surface pulmonaire qui, d'après des calculs approximatifs, correspondrait en moyenne à 80 mètres carrés. C'est à la surface des alvéoles pulmonaires que les vaisseaux fonctionnels des poumons, artères et veines pulmonaires, forment un réseau extrêmement serré de capillaires très fins où se passent les phénomènes de l'hématose, dont le résultat est l'oxygénation du sang.

Bronches intrapulmonaires. — Chaque bronche souche, après avoir pénétré dans le poumon, émet des collatérales primaires d'où partent des collatérales secondaires. Le mode de ramescence de l'arbre bronchique est un peu différent à droite et à gauche, mais les terminaisons dans les lobules sont partout semblables.

Vaisseaux et nerfs pulmonaires. — Les vaisseaux de l'hématose sont les artères et les veines pulmonaires. Les artères pulmonaires sont au nombre de deux, l'une droite, l'autre gauche, chacune pénétrant dans le hile du poumon correspondant. Chaque artère se ramifie alors comme la bronche qu'elle accompagne, de telle sorte que chaque bronche secondaire est accompagnée d'un rameau de l'artère pulmonaire. Arrivé aux lobules, le rameau artériel y pénètre pour s'y capillariser. Les veines pulmonaires naissent des capillaires alvéolaires, à la périphérie du lobule. Elles forment de grosses veines répondant à l'artère pulmonaire et finalement sortent de chaque hile en formant quatre troncs, deux droits et deux gauches, qui aboutissent à l'oreillette gauche.

Les vaisseaux nourriciers du poumon sont de petites artères dites artères bronchiques. Les nerfs viennent des plexus pulmonaires antérieur et postérieur, constitués par des branches du nerf pneumogastrique et du nerf sympathique.

PLÈVRES

Les plèvres forment deux sacs séreux, l'un droit, l'autre gauche, répondant chacun à l'un des poumons et absolument indépendants l'un de l'autre.

Comme toute séreuse, les plèvres sont constituées par deux feuillets, l'un pariétal et l'autre viscéral. Entre eux existe une cavité, la cavité pleurale, normalement virtuelle, mais que l'inflammation ou l'infection peut rendre manifeste.

Le feuillet viscéral entoure le poumon dans toute son étendue en envoyant des prolongements, comme nous l'avons vu, dans les scissures interlobaires. Il est adhérent au tissu pulmonaire.

Le feuillet pariétal forme un vernis à la cavité dans laquelle est logé le poumon. En bas, la plèvre pariétale revêt le diaphragme auquel elle adhère, c'est la plèvre diaphragmatique. En haut, elle s'élève au-dessus du poumon en lui formant une coupole appelée *dôme pleural* ou *cul-de-sac supérieur de la plèvre*. Ce dôme est fixé à l'orifice supérieur du thorax par des ligaments formant un appareil de suspension qui s'attache aux vertèbres cervicales et à la première côte. Le dôme pulmonaire est en rapport intime avec les organes de la partie latérale de la base du cou. En dedans, la plèvre pariétale tapisse les faces latérales du médiastin, constituant autour du pédicule pulmonaire un manchon séreux. Au-dessus du pédicule, elle s'étend directement de la colonne vertébrale au sternum ; au-dessous, elle s'adosse à elle-même en formant le ligament du poumon. Les organes du médiastin antérieur et postérieur sont en rapport intime avec la plèvre médiastine.

En avant, en dehors et en arrière, la plèvre pariétale tapisse la paroi sterno-costale. Elle est résistante à ce niveau et se laisse facilement décoller, disposition avantageuse au point de vue chirurgical. A sa partie antérieure, la plèvre costale se continue avec la plèvre médiastine en constituant avec cette dernière une gouttière ou cul-de-sac, le *sinus costo-médiastinal antérieur*.

A sa partie postérieure, elle se comporte de même et forme deux culs-de-sac postérieurs, l'un droit, l'autre gauche, en rapport avec l'œsophage et avec l'aorte.

A sa partie inférieure, la plèvre costale se continue avec la plèvre diaphragmatique en formant encore un cul-de-sac, le *sinus costo-diaphragmatique*. Celui-ci descend très bas, bien au-dessous de la partie inférieure du poumon, puisqu'il déborde en arrière et en bas la douzième côte de plus d'un centimètre et se met là en rapport, par conséquent, avec la région postérieure du rein.

La cavité pleurale ne devient réelle qu'à l'état pathologique. Il est nécessaire que les deux feuillets soient intacts pour que leur mouvement de glissement, si nécessaire au fonctionnement pulmonaire, s'effectue avec toute son amplitude. Quand la plèvre est enflammée, les feuillets adhèrent l'un à l'autre et ces adhérences peuvent même s'étendre à toute la cavité pleurale qui, dans ce cas, disparaît (symphyse pleurale). Alors le poumon adhère à la paroi thoracique et l'ampliation pulmonaire est considérablement entravée (Voir *Physiologie*).

CHAPITRE VIII

APPAREIL URINAIRE

L'appareil urinaire comprend :

1° Une glande élaborant l'urine, le rein ;

2° Un conduit excréteur que composent les calices, le bassinet et l'uretère ;

3° Un réservoir, la vessie ;

4° Un canal reliant la vessie à l'extérieur, l'urètre.

REINS

Configuration extérieure et rapports. — Les reins sont deux organes glandulaires, de couleur brun rouge, ayant la forme de haricots (fig. 115, 116 et 117). Chaque rein mesure en moyenne 12 centimètres de longueur, sur 7 centimètres de large et 3 centimètres d'épaisseur; ces chiffres sont, d'ailleurs, assez variables; certains reins sont globuleux, d'autres sont allongés. Le poids de chacun est de 125 à 150 grammes. Leur consistance est ferme. Ils occupent la région postérieure de la cavité abdominale de chaque côté de la colonne vertébrale, à la hauteur des deux dernières vertèbres dorsales et des deux premières vertèbres lombaires ; le rein droit est situé un peu plus bas que le rein gauche.

Dans quelques cas rares, les deux reins sont fusionnés au-devant de la colonne vertébrale et l'ensemble prend alors la forme d'un fer à cheval ; dans d'autres cas, heureusement plus rares, il n'y a qu'un seul rein.

On distingue à chaque rein deux faces, antérieure et postérieure ; deux bords, interne et externe, et deux extrémités ou pôles.

La face postérieure repose dans les fosses lombaires, au niveau de l'angle formé par les deux dernières côtes avec la colonne vertébrale. Elle est en rapport avec le diaphragme, plus bas avec le muscle carré des lombes. Par son pôle postérieur, le rein est donc à la même hauteur que le cul-de-sac pleural costo-diaphragmatique. Il existe même, à ce niveau, un intervalle entre les fibres du muscle, l'hiatus costo-lombaire, au niveau duquel le tissu cellulaire situé en arrière du rein communique directement avec le tissu cellulaire situé au-dessous de la plèvre. On conçoit dès lors la possibilité, pour les abcès développés autour du rein, de s'ouvrir dans la plèvre. Entre la face postérieure du rein et le carré des lombes cheminent le douzième nerf intercostal et les nerfs abdomino-génitaux qui peuvent être

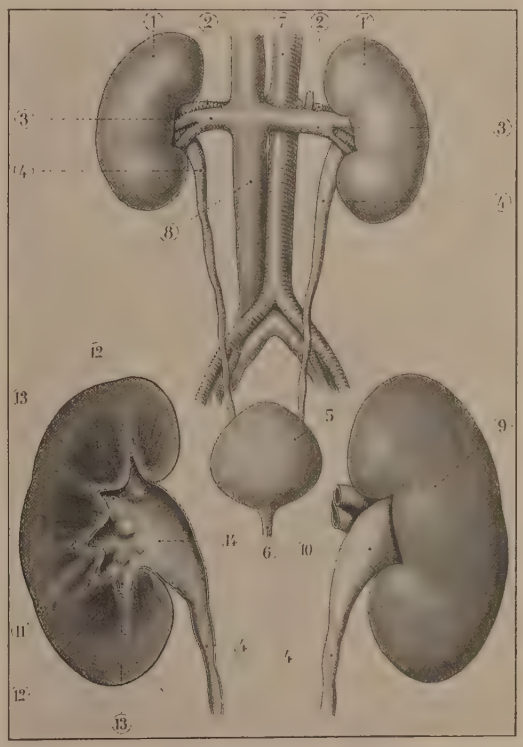


Fig. 115. — SCHÉMA DE L'APPAREIL URINAIRE : REINS ✐ Les reins, organes préposés à l'élaboration de l'urine qui se déverse ensuite dans la vessie par les uretères. *En haut :* Les deux reins, leurs vaisseaux sanguins, les uretères et la vessie. Dessin demi-schématique. — 1. *Rein droit.* — 1'. *Rein gauche.* — 2. 2. *Artères rénales.* — 3. 3. *Veines rénales.* — 4. 4. *Uretères.* — 5. *Vessie.* — 6. *Début de l'urètre.* — 7. *Artère aorte.* — 8. *Veine cave inférieure.* ✐ *En bas, à droite :* Un rein vu par derrière. — 4. *Uretère.* — 9. *Face postérieure du rein.* — 10. *Bassinet.* ✐ *En bas à gauche :* Coupe d'un rein. — 4. *Uretère.* — 11. *Substance corticale.* — 12. 12. *Pyramides de Malpighi.* — 13. 13. *Calices.* — 14. *Bassinet.* (Moreaux, del.)

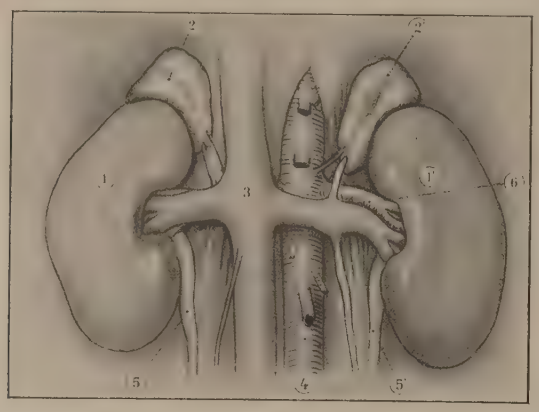


Fig. 116. — REINS ET SURRÉNALES ø Les reins, organes d'élaboration de l'urine, sont coiffés par les capsules surrénales, qui comptent parmi les glandes à sécrétion interne les plus importantes. — 1. *Rein droit.* — 1'. *Rein gauche.* — 2. 2'. *Surrénales droite et gauche.* — 3. *Veine cave inférieure.* — 4. *Aorte.* — 5. 5'. *Uretères droit et gauche.* — 6. *Artère rénale gauche.* (Moreaux, del.)

le siège de névralgies dans le cas d'inflammation ou de tumeurs rénales. La face antérieure des reins, recouverte par le péritoine, est en rapport avec des organes abdominaux, qui sont différents à droite et à gauche. A droite, le rein est recouvert par la face postéro-inférieure du lobe droit du foie ; son tiers inférieur est en rapport avec l'angle droit du côlon.

Le bord interne du rein présente, à droite comme à gauche, une forte échancrure creusée d'une large fente verticale, le *hile du rein*, qui conduit dans une cavité anfractueuse, le *sinus du rein*, lequel contient les calices, le bassinet et les vaisseaux de l'organe. Ce bord interne est en rapport, à droite, avec la deuxième portion du duodénum et la veine cave inférieure. A gauche, la face antérieure répond à la queue du pancréas, à la grosse tubérosité de l'estomac et enfin à l'angle gauche du côlon qui forme sa coudure au niveau du pôle supérieur du rein pour redescendre le long du bord externe. Les tumeurs du rein gauche qui, en raison de cette disposition, refoulent le côlon en avant, donnent, en conséquence, une sonorité claire lorsque l'on percute à leur niveau la paroi abdominale.

Le pédicule vasculaire, ou ensemble des vaisseaux qui se rendent au rein ou en viennent, aborde l'organe presque horizontalement. Il est constitué par les volumineuses artères et veines rénales. Chaque rein, avec la portion rénale de ce pédicule, est contenu dans une loge ou capsule adipo-fibreuse, formée de graisse très fluide qu'entourent deux feuillets fibreux. En haut du rein les deux lames se réunissent au-dessus des deux glandes surrénales qui coiffent le pôle supérieur et une partie du bord interne du rein sans y adhérer. En bas, la loge rénale est ouverte. On comprend que lorsque, chez des sujets très amaigris, la graisse qui entoure le rein disparaît, le rein puisse s'abaisser et basculer en décrivant un arc dont les vaisseaux rénaux forment le rayon. On dit alors qu'il y a ptose du rein.

STRUCTURE. — Envisagé au point de vue de sa structure, le rein se compose d'une enveloppe fibreuse et d'un tissu propre plongé dans une gangue en partie conjonctive et en partie musculaire (fibres lisses).

La tunique fibreuse est mince, transparente, assez résistante et n'adhère que faiblement à la glande.

Si l'on pratique une coupe de celle-ci, on constate à l'œil nu deux substances bien différentes, l'une périphérique, la substance corticale, l'autre centrale, la substance médullaire.

SUBSTANCE MÉDULLAIRE. — La substance médullaire, très ferme, est rouge et disposée sous la forme de dix ou douze cônes, appelés *pyramides de Malpighi*, dont les sommets convergent vers le sinus du rein, se terminant à ce niveau par une papille percée de petits orifices, les pores urinaires, qui débouchent dans les calices.

SUBSTANCE CORTICALE. — La substance corticale, plus pâle et moins ferme, envoie entre les pyramides des prolongements qui ont reçu le nom de *colonnes de Bertin*. Cette substance n'a pas partout le même aspect. Les stries claires des pyramides de Malpighi se prolongent dans son épaisseur et atteignent la capsule fibreuse. Chacune de ces stries forme ce que l'on appelle une *pyramide de Ferein*. Entre ces pyramides, la substance corticale forme le labyrinthe où l'on distingue de tout petits points rougeâtres, les *glomérules de Malpighi*. (Pour la structure microscopique, voir *Histologie*.)

Les vaisseaux du rein, en pénétrant dans l'organe, se divisent en un certain nombre de branches qui se portent vers la base des pyramides. A ce niveau, elles s'infléchissent sur la base en formant les artères arciformes. Ces branches émettent de nombreux rameaux ascendants d'où partent les vaisseaux afférents du

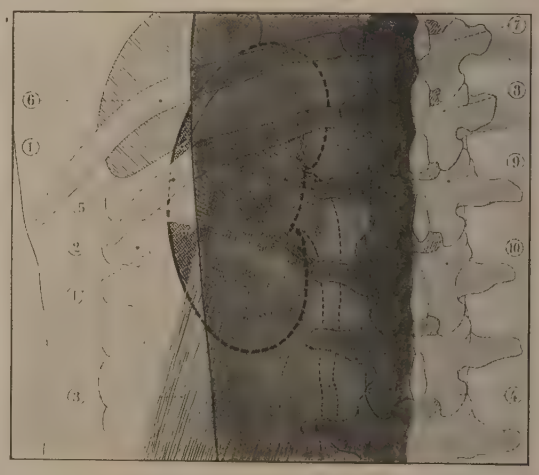


Fig. 117. — RAPPORTS SQUELETTIQUES DE LA FACE POSTÉRIEURE DU REIN ø 1. 1. *Face postérieure du rein.* — 2. *Côlon.* — 3. *Muscle carré des lombes.* — 4. *Uretère.* — 5. *12e côte.* — 6. *11e côte.* — 7. *11e vertèbre dorsale.* — 8. *12e vertèbre dorsale.* — 9. *1re vertèbre lombaire.* — 10. *2e vertèbre lombaire.* — La partie noire représente la masse des muscles sacro-lombaires. (Moreaux, del.)

glomérule. Chaque vaisseau afférent pénètre dans un corpuscule de Malpighi, s'y résoud en capillaires, puis, sortant du glomérule, se reconstitue sous le nom de vaisseau efférent, vaisseau artériel et non veineux, qui va se ramifier sur les tubes urinifères. Ce dispositif vasculaire joue un rôle important dans le mécanisme de la sécrétion de l'urine.

CANAL EXCRÉTEUR DU REIN

A sa sortie du rein, l'urine est recueillie tout d'abord dans les calices, puis dans le bassinet qui la conduit à l'uretère (fig. 118).

CALICES. ⌀ ⌀ Les calices succèdent aux papilles du rein. Ils forment de petits tubes membraneux, au nombre de neuf en moyenne, dont l'extrémité supérieure enchâsse la papille et dont l'extrémité inférieure s'ouvre dans le bassinet. Certains calices s'unissent d'abord entre eux avant de gagner ce dernier organe, formant alors les grands calices ou bras du bassinet.

BASSINET. ⌀ ⌀ Le bassinet est un petit réservoir en forme d'entonnoir dont la base répond au rein et qui mesure 2 à 3 centimètres de hauteur sur 2 de large. Il a deux faces, l'une antérieure, l'autre postérieure, qui bombent légèrement lorsqu'il est plein. Il est contenu en partie dans le sinus, en partie hors de lui. Les calculs du rein se logent souvent en son intérieur et peuvent y séjourner très longtemps.

URETÈRE. ⌀ ⌀ L'uretère est un conduit de 25 à 30 centimètres de long sur 5 à 6 millimètres de diamètre, qui s'étend du bassinet à la vessie. Son trajet, d'abord vertical, parcourt de haut en bas la région lombaire. Il est situé derrière le péritoine, repose sur le

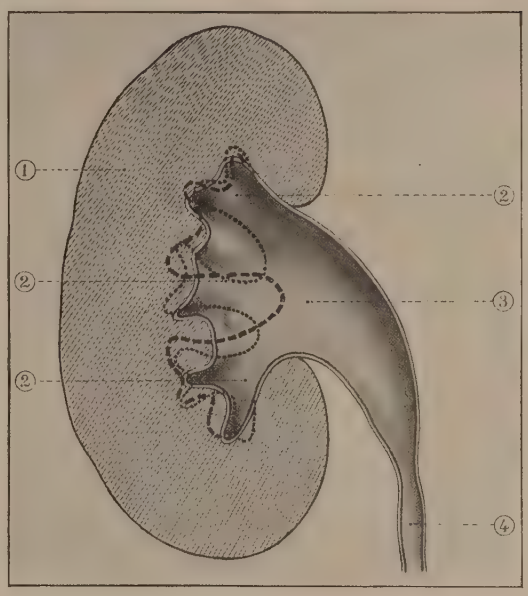


Fig. 118. — LE SYSTÈME COLLECTEUR DE L'URINE DANS LE REIN ⌀ 1. *Coupe du rein.* — 2. 2. 2. *Calices.* — 3. *Bassinet.* — 4. *Uretère.* — La forme des calices et, par conséquent, du bassinet, sont assez variables. On a indiqué en pointillé quelques modifications possibles à la disposition représentée par le dessin. (Moreaux, del.)

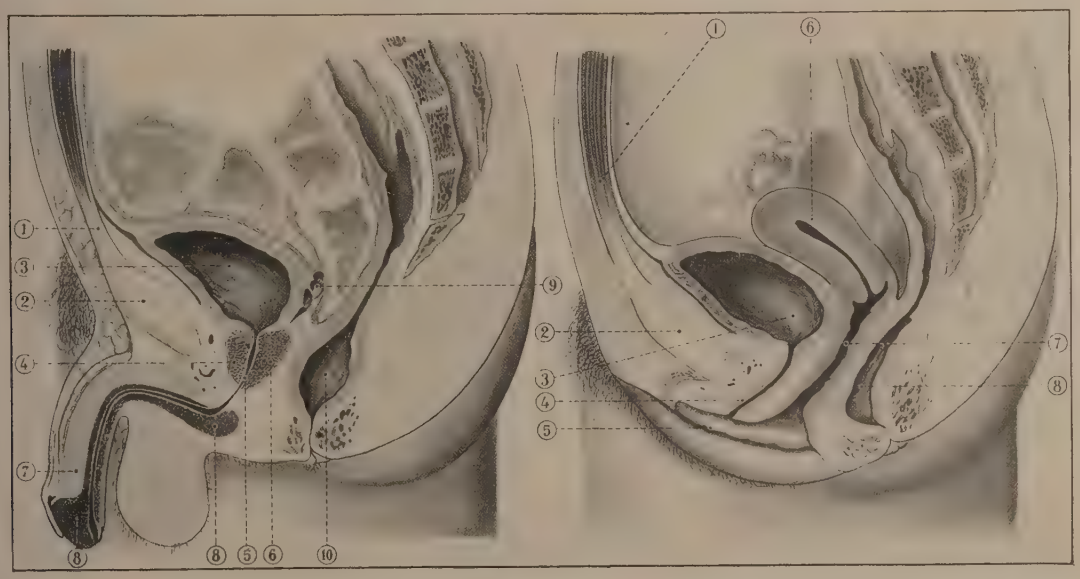


Fig. 119. — COUPE SAGITTALE (ANTÉRO-POSTÉRIEURE) MONTRANT LES RAPPORTS QU'AFFECTENT ENTRE EUX LES ORGANES CONTENUS DANS LE BASSIN CHEZ L'HOMME ET CHEZ LA FEMME ⌀ *A gauche :* Chez l'homme. — 1. *Paroi abdominale.* — 2. *Pubis.* — 3. *Vessie.* — 4. *Prostate.* — 5. *Urètre.* — 6. *Prostate.* — 7. *Verge.* — 8. *Bulbe de l'urètre.* — 8'. *Méat urinaire.* — 9. *Vésicule séminale.* — 10. *Rectum.* ⌀ *A droite :* Chez la femme. — 1. *Paroi abdominale.* — 2. *Pubis.* — 3. *Vessie.* — 4. *Urètre.* — 5. *Vulve.* — 6. *Utérus.* — 7. *Vagin.* — 8. *Rectum.* (Moreaux, del.)

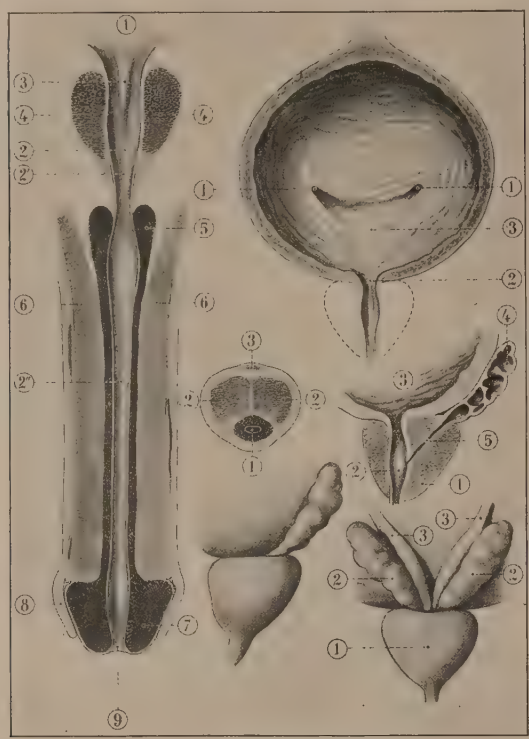


Fig. 120. — VERGE. VESSIE. PROSTATE ◆ *A gauche :* Coupe longitudinale de l'urètre chez l'homme. — 1. *Vessie.* — 2. *Urètre prostatique.* — 2'. *Urètre membraneux.* — 2''. *Urètre spongieux.* — 3. *Veru montanum.* — 4. 4. *Prostate.* — 5. *Bulbe de l'urètre.* — 6. 6. *Corps caverneux.* — 7. *Gland.* — 8. *Prépuce.* — 9. *Méat urinaire.* ◆ *Au milieu :* Coupe transversale de la verge. — 1. *Urètre spongieux.* — 2. 2. *Corps caverneux.* — 3. *Veine dorsale de la verge.* ◆ *Au milieu, en bas :* Disposition respective de la vessie, de la prostate et d'une vésicule séminale. La coupe de cette figure est représentée à droite (figure du milieu). ◆ *En haut : à droite :* Coupe de la vessie. — 1. 1. *Ouverture des uretères.* — 2. *Urètre.* — 3. *Trigone de Lieutaud.* ◆ *En bas, à droite :* Prostate et vésicules séminales. — 1. *Prostate.* — 2. 2. *Vésicules séminales.* — 3. 3. *Canaux déférents.* ◆ *Au milieu, à droite :* Coupe de la prostate. — 1. *Prostate.* — 2. *Urètre.* — 3. *Vessie.* — 4. *Vésicule séminale* (ouverte). — 5. *Canal éjaculateur.* (Moreaux, del.)

psoas, ayant en dedans de lui l'aorte à gauche et la veine cave inférieure à droite. Plus bas, il franchit les vaisseaux iliaques, puis descend dans le bassin où ses rapports diffèrent chez l'homme et chez la femme.

Chez l'homme, l'uretère pelvien longe l'artère iliaque interne, puis se dirige transversalement, croise en arrière le canal déférent, passe entre la base de la vésicule séminale et la face postérieure de la vessie dans laquelle il pénètre. Chez la femme, l'uretère, en rapport avec le péritoine postérieur du ligament large, longe la fosse ovarienne, puis arrive dans la base du même ligament et se dirige obliquement vers la vessie; en cours de route, il croise en arrière l'artère utérine, passe sur la paroi vaginale antérieure et finalement traverse la paroi vésicale. Il s'ouvre dans la vessie au niveau de la base de celle-ci par un orifice étroit et généralement en forme de fente.

VESSIE

Configuration extérieure et rapports. — La vessie est un réservoir musculo-membraneux qui recueille l'urine et la chasse ensuite à l'extérieur (fig. 119 et 120). Elle est située dans le bassin, en arrière du pubis. Verticale chez le jeune enfant, elle s'arrondit et s'élargit ultérieurement. Vide, elle a le type aplati ; à l'état de plénitude, elle a la forme d'un ovoïde à grosse extrémité située en arrière et en bas. La capacité moyenne de la vessie sur le vivant n'est pas une capacité anatomique, mais une capacité physiologique, en ce sens qu'elle est déterminée par la quantité d'urine qu'elle contient quand surgit le besoin d'uriner. Cette capacité est variable suivant les individus et suivant le sexe, la vessie féminine étant plus tolérable que la vessie de l'homme.

Le réservoir urinaire répond en avant à l'espace dit prévésical, qui le sépare de la paroi abdominale antérieure. Cet espace se prolonge jusqu'à l'ombilic. Il est limité en arrière par un feuillet fibreux de l'aponévrose ombilico-prévésicale et latéralement par les artères ombilicales transformées en cordon fibreux chez l'adulte et passant en avant de l'ouraque, vestige de l'allantoïde (Voir *Embryologie*). Le chirurgien traverse cet espace prévésical quand il ouvre la vessie par le ventre (opération appelée taille abdominale). La face postérieure de la vessie répond chez l'homme au rectum ; chez la femme, elle répond à l'utérus et au ligament large. Les faces latérales regardent les parois du bassin ; sur elles cheminent le canal déférent chez l'homme et l'artère ombilicale. Le sommet donne naissance à l'ouraque. Quant à la base, elle s'appuie chez l'homme sur la prostate, ayant contre sa paroi les vésicules séminales et les deux canaux déférents, puis, plus en arrière, le rectum. Chez la femme, la base regarde le col utérin puis la paroi antérieure du vagin qui lui adhère en formant la cloison vésico-vaginale. Ce rapport permet d'explorer la base de la vessie par le toucher vaginal et d'y reconnaître, par exemple, la présence d'un calcul.

Configuration intérieure. — Si l'on ouvre la vessie, on constate que ses parois sont réticulées et aréolaires chez les adultes et les vieillards. Au niveau de la base de la vessie, on remarque une région lisse en forme de triangle à base postérieure. Les trois angles répondent, l'antérieur à l'orifice de l'urètre, et les deux postérieurs aux orifices des uretères.

La vessie est entourée en partie par le péritoine qui forme deux culs-de-sac, l'un en avant, l'autre en arrière d'elle. Les tuniques qui constituent l'organe lui-même comprennent une couche musculaire, épaisse et puissante, dite muscle vésical, dont une partie forme le sphincter interne de l'urètre, et une tunique muqueuse qui se continue avec celle de l'uretère d'une part, avec celle de l'urètre d'autre part.

Les vaisseaux du réservoir vésical proviennent de l'artère iliaque interne ; les veines sont extrêmement développées et se rendent à la veine hypogastrique. Les

nerfs ont comme origine les ganglions hypogastriques, qui reçoivent des anastomoses des troisième et quatrième nerfs sacrés. La miction est un acte volontaire, il faut donc que le système nerveux qui la règle emprunte des éléments au système cérébro-spinal.

URÈTRE

L'urètre est un canal par lequel l'urine est expulsée au dehors. Chez l'homme, il sert en outre à l'excrétion du sperme. Très différent chez l'homme et chez la femme, nous l'envisagerons séparément dans l'un et dans l'autre sexe.

URÈTRE CHEZ L'HOMME. — L'urètre est, chez l'homme, un conduit de 16 centimètres environ qui s'étend du col de la vessie à l'extrémité libre du pénis.

Sa direction est loin d'être rectiligne ; il se porte d'abord en bas et en avant, puis décrit une courbe au-dessous de la symphyse du pubis et jusqu'au niveau de l'angle pénien. Il est donc d'abord descendant, puis légèrement ascendant. Cette portion constitue l'urètre fixe. A partir de l'angle prépubien, il s'infléchit en bas et en avant suivant la direction de la verge.

Au point de vue de ses rapports, l'urètre comprend trois portions. La première portion, l'urètre prostatique, traverse la prostate ; c'est à ce niveau que s'ouvrent les canaux éjaculateurs. Ceux-ci débouchent en effet à la face postérieure de cette portion de l'urètre, sur les côtés d'une saillie, le *veru-montanum*, dont le sommet présente un diverticule, dit *utricule prostatique*, cul-de-sac s'enfonçant à l'intérieur de la glande prostatique et formation rudimentaire homologue du vagin. Les glandes prostatiques s'ouvrent dans cette même région.

La deuxième portion, ou *urètre membraneux*, est tout d'abord entourée du sphincter musculaire strié de l'urètre qui traverse l'étage moyen du périnée pour venir se mettre en rapport avec une formation dont nous parlerons dans un autre chapitre, le bulbe urétral.

Sa troisième portion, l'*urètre spongieux*, est située au-dessous du pénis, dans l'espace en gouttière formé par l'adossement des deux corps caverneux.

La structure de l'urètre le montre constitué par trois tuniques, l'une interne, muqueuse, pourvue de nombreuses glandes ; la seconde, vasculaire, très développée dans sa partie libre où elle forme le *corps spongieux* de l'urètre, véritable tissu érectile ; la troisième, la tunique musculeuse, développée surtout sur l'urètre fixe au niveau de son orifice supérieur où elle forme le sphincter lisse.

URÈTRE CHEZ LA FEMME. — L'urètre, chez la femme, est court ; il mesure 35 millimètres de longueur environ ; il est très dilatable, car il ne possède pas la tunique vasculaire que nous avons décrite chez l'homme. Il vient s'ouvrir à la partie postérieure du vestibule, en avant du tubercule vaginal. La dilatabilité de l'urètre et sa brièveté permettent de sonder la femme avec beaucoup plus de facilité que l'homme, chez lequel s'ajoute encore, au cours de cette manœuvre, la difficulté de franchir la courbure que l'urètre fixe dessine au-dessous du pubis.

CHAPITRE IX

GLANDES A SÉCRÉTION INTERNE

LES glandes à sécrétion interne ou glandes endocrines sont des organes qui se distinguent surtout des autres glandes en ce qu'ils n'ont pas de canal excréteur. Elles déversent leurs produits dans le milieu intérieur, c'est-à-dire dans les veines ou les lymphatiques. Ces glandes sont nombreuses. Les mieux étudiées sont : la glande thyroïde, les glandes parathyroïdes, le thymus, l'hypophyse, la rate, les glandes surrénales, les glandes hémolymphatiques, les îlots de Langerhans et les glandes à sécrétion interne incorporées au testicule et à l'ovaire.

Parmi ces organes, les uns, comme l'hypophyse, la rate, ont déjà été décrits ; l'ovaire et le testicule le seront dans un prochain chapitre. Il ne nous reste qu'à renvoyer à l'histologie pour l'étude de leur structure, considérée au point de vue endocrinien. Il en est de même aussi des organes paraganglionnaires et hémolymphatiques qui n'intéressent pas l'anatomie macroscopique. Quant aux îlots de Langerhans, ils sont situés dans le pancréas et leur étude relève aussi du microscope. Nous nous contenterons donc de parler de la glande thyroïde, des parathyroïdes, du thymus et des glandes surrénales.

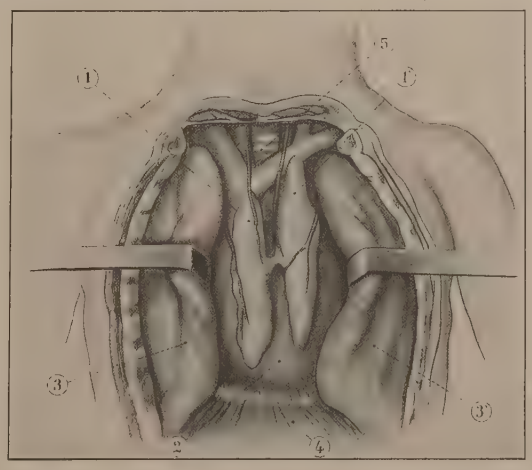


Fig. 121. — GLANDES ENDOCRINES ø Le thymus (vue antérieure après ouverture de la poitrine). — 1. 1'. *Lobes droit et gauche du thymus sillonnés par les artères qui les irriguent.* — 2. *Péricarde.* — 3. 3'. *Poumons droit et gauche écartés par des crochets.* — 4. *Diaphragme.* — 5. *Trachée.* (Moreaux, del., d'après Olivier.)

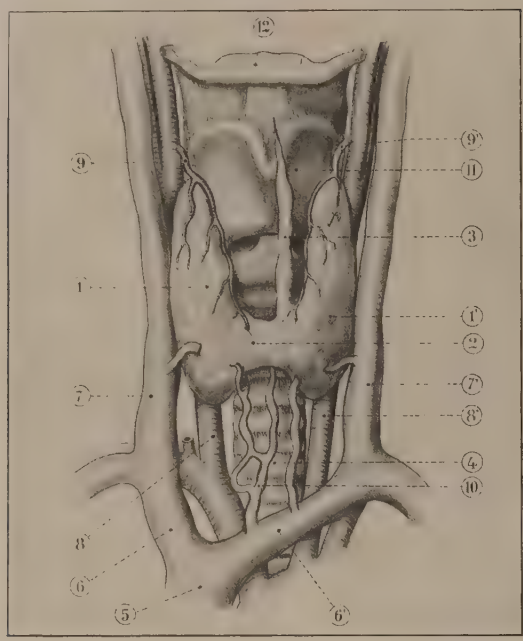


Fig. 122. — CORPS THYROIDE ET SES CONNEXIONS
1. *Lobe droit du corps thyroïde.* — 1'. *Son lobe gauche.* — 2. *Isthme du corps thyroïde.* — 3. *Pyramide de Lalouette.* — 4. *Trachée.* — 5. *Veine cave inférieure, recevant en 6 et 6' les troncs veineux brachio-céphaliques droit et gauche.* — 7. *Veine jugulaire interne droite.* — 7'. *Veine jugulaire interne gauche.* — 8. 8'. *Carotides primitives droite et gauche.* — 9. 9'. *Artères thyroïdiennes supérieures.* — 10. *Artère thyroïdienne inférieure.* — 11. *Cartilage thyroïde du larynx.* 12. *Os hyoïde.* (Moreaux, del.)

GLANDE THYROIDE ET GLANDES PARATHYROIDE

GLANDE THYROIDE

La glande thyroïde ou corps thyroïde (fig. 122) est un organe impair ayant la forme générale de deux croissants (les lobes) adossés par leur convexité et réunis par un pont (l'isthme). Elle est située à la face antérieure du cou. Couché en avant de la trachée, l'isthme siège à la hauteur des deux ou trois premiers anneaux ; les deux lobes embrassent les parties latérales de la trachée et remontent vers les cartilages thyroïdes du larynx auxquels ils adhèrent légèrement par leur capsule conjonctive. Le corps thyroïde suit le mouvement du larynx. De l'isthme part un prolongement effilé qui se dirige vers l'os hyoïde, le plus souvent à gauche de la ligne médiane, et qu'on appelle la *pyramide de Lalouette.*

L'irrigation de cette glande est fournie par les artères thyroïdiennes, qui proviennent de l'artère sous-clavière et de l'artère carotide externe. Les veines forment un riche plexus, le plexus thyroïdien, dont les voies efférentes aboutissent aux veines jugulaires internes et au tronc veineux brachio-céphalique gauche. Les lymphatiques, également très nombreux, forment autour de la glande un réseau dont les voies de départ aboutissent à des ganglions latéraux du cou. L'innervation est fournie par le sympathique et par les nerfs laryngés.

A l'état normal, la thyroïde est lisse, sa coloration est gris rosé tirant sur le jaune. A la coupe, son tissu est grenu et semble constitué par une agglomération de petits grains qu'on appelle les vésicules thyroïdiennes. Le volume de l'organe normal peut varier, non seulement suivant l'âge, mais encore suivant l'état physiologique. Il augmente en effet à l'époque de la puberté, et surtout chez la femme pendant les règles et la grossesse. Son hypertrophie pathologique est désignée sous le nom général de goitre. Les rapports que le corps thyroïde offre avec la trachée, les nerfs récurrents, les gros vaisseaux du cou, de l'œsophage, etc., expliquent les symptômes fournis par les tumeurs thyroïdiennes qui peuvent comprimer ces organes (goitres suffocants).

Dans d'autres cas, la thyroïde peut être atrophiée ; cette atrophie est cause de troubles sérieux dans le développement, comme on le verra à la physiologie et à la pathologie.

GLANDES PARATHYROIDES

Les glandes parathyroïdes sont sans doute les plus petits des organes indispensables à la vie. Ce sont des corpuscules de quelques millimètres de diamètre placés à l'intérieur de la capsule thyroïdienne. Elles sont au nombre de deux paires en général. Le plus souvent il existe deux *parathyroïdes externes*, situées à la face postérieure des lobes thyroïdiens et en dehors d'eux, et deux *parathyroïdes internes* incluses à l'intérieur des lobes thyroïdiens, mais cependant indépendantes de leur tissu. Les unes et les autres sont richement vascularisées, chacune recevant une artère spéciale. Comme on le verra plus loin en physiologie, leur ablation provoque des phénomènes convulsifs qui se terminent constamment par la mort.

THYMUS

Le thymus (fig. 121) est développé, comme le corps thyroïde, en avant du conduit aérien. C'est un organe transitoire qui apparaît chez l'embryon et régresse en général dans la deuxième enfance. Il augmente de volume et de poids jusqu'à trois ans, puis disparaît lentement, mais on peut encore en retrouver des vestiges jusqu'à vingt-cinq ans. Il pèse en général 5 grammes lors de la naissance et à trois ans son poids est doublé. C'est un organe mou, de coloration blanc rosé, situé à la face antérieure du cou et de la partie supérieure de la cage thoracique.

Il se compose de deux lobes latéraux unis sur la ligne médiane, sauf à leurs extrémités supérieures qui se prolongent sous forme de cornes dans la région cervicale. Ces cornes s'élèvent jusqu'au voisinage du corps thyroïde. Les lobes latéraux, fusionnés, passent en avant des gros vaisseaux de la base du cœur et des

gros vaisseaux du cou pour se placer entre les deux culs-de-sac pleuraux antérieurs et reposer sur la face antérieure du péricarde. On conçoit que le thymus, bridé en avant par la paroi osseuse du thorax, comprime, lorsqu'il s'hypertrophie, les organes du médiastin, provoquant des troubles vasculaires et respiratoires qui peuvent être graves.

Le thymus enlevé forme une masse lobulée constituée par deux languettes ou lobes simplement adossés ou fusionnés. Chaque lobe est décomposable en lobules appendus à un cordon central.

GLANDES SURRÉNALES

Les glandes ou capsules surrénales (V. fig. 116), au nombre de deux, l'une droite, l'autre gauche, sont situées à la partie supéro-interne des reins. Chacune d'elles a la forme d'une grosse virgule renversée dont la tête s'insinue entre le rein et la colonne vertébrale et dont la queue épouse le contour du bord interne du pôle rénal. Elles sont très minces, ne pesant que 4 à 6 grammes chacune. La longueur et la largeur sont à peu près équivalentes et mesurent 30 millimètres environ dans leur plus grande étendue. La face antérieure présente un sillon incurvé d'où sort la veine centrale, que l'on pourrait considérer comme le véritable canal excréteur de la glande, puisque c'est dans le sang que se déversent ses produits.

La surface de la glande surrénale est irrégulière, granuleuse, de teinte jaunâtre, café au lait. Après la mort, l'organe se putréfie rapidement. Si l'organe est frais et si l'on y pratique une coupe, on constate qu'il comprend deux substances bien distinctes, une substance périphérique ou *corticale* et une substance interne ou médullaire, blanchâtre, entourant la veine centrale. Cette glande reçoit des nerfs très nombreux qui lui viennent des nerfs splanchniques et des ganglions semi-lunaires. Les capsules surrénales rentrent, d'autre part, dans le groupe des organes para-sympathiques ou *paraganglions*, qui comprend encore les *corpuscules carotidiens*, les *paraganglions cardiaques, aortiques*, la *glande coccygienne*, chacun de ces organes étant beaucoup plus petit que les glandes surrénales.

Tous les organes de ce groupe sont en relation étroite avec le système nerveux sympathique. Ils jouent un rôle des plus importants dans la régularisation des phénomènes circulatoires. Leur moyen d'action est leur sécrétion. Celle des glandes surrénales est une des mieux étudiées. On sait notamment que son constituant principal est une substance nommée adrénaline, dont la composition a éte si bien établie que l'on est parvenu à la fabriquer synthétiquement (Voir *Physiologie*).

CHAPITRE X

APPAREIL GÉNITAL

L'APPAREIL génital est constitué par deux parties différentes : d'une part, des glandes qui produisent ou mieux développent les éléments sexuels et qui s'appellent testicules chez l'homme et ovaires chez la femme ; d'autre part, des conduits destinés à transporter des éléments au dehors ou à donner asile à l'œuf fécondé ; ce sont les voies génitales.

Nous étudierons successivement les organes génitaux

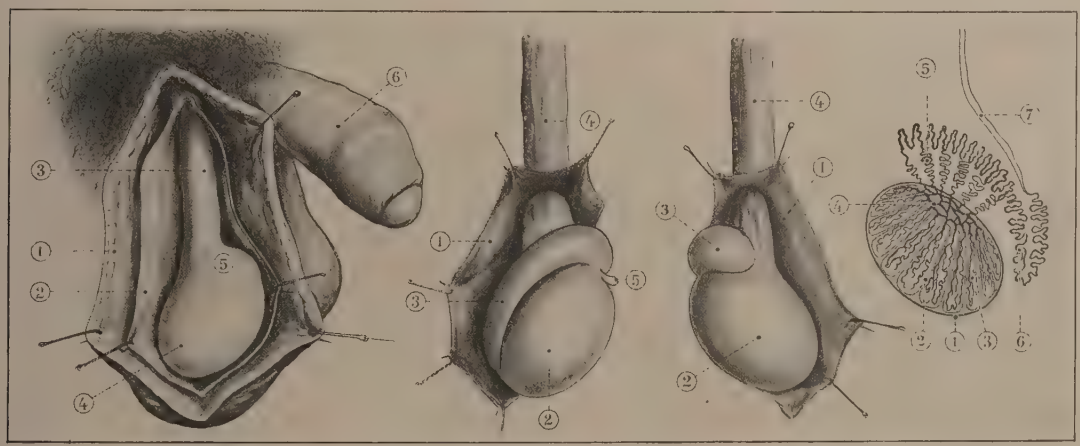


Fig. 123. — L'APPAREIL GÉNITAL DE L'HOMME ø 1re figure : Enveloppes du testicule. — 1. *Enveloppe cutanée* (scrotum). — 2. *Membrane fibreuse.* — 3. *Cordon spermatique.* — 4. *Le testicule contenu dans la tunique vaginale.* — 5. *L'épididyme faisant saillie dans la tunique vaginale.* — 6. *Verge.* ø 2e figure : Face externe du testicule droit (dépouillé de ses enveloppes). — 1. *Tunique vaginale ouverte et écartée avec des crochets.* — 2. *Testicule.* — 3. *Epididyme.* — 4. *Cordon spermatique.* — 5. *Hydatide de Morgagni.* ø 3e figure : Face antérieure du testicule droit (dépouillé de ses enveloppes). ø 4e figure : Coupe du testicule. — 1. *Tunique albuginée.* — 2. *Cloisons conjonctives.* — 3. *Lobule spermatique avec ses canalicules.* — 4. *Corps d'Highmore.* — 5. *Cônes efférents.* — 6. *Canal épididymaire.* — 7. *Canal déférent.* (Moreaux, del.)

chez l'homme et chez la femme. Rappelons que les glandes génitales, si différentes à l'état adulte chez les deux sexes, présentent, au cours du développement de l'embryon, un stade d'analogie où il est impossible de les différencier. Ce ne sont pas d'ailleurs de véritables glandes, c'est-à-dire qu'elles ne créent pas réellement les produits qu'elles rejettent. L'ovaire et le testicule sont en effet des organes spéciaux qui donnent asile aux cellules qui doivent perpétuer l'espèce, cellules appelées spécifiques ou encore germinales ; ces cellules sont préformées ; elles se multiplient et se développent dans la glande qui les contient. Pour bien faire comprendre notre pensée, disons que c'est l'agglomération des cellules germinales qui forme la glande et non pas la glande qui crée ces cellules.

APPAREIL GÉNITAL CHEZ L'HOMME

TESTICULES

Les testicules (fig. 23 et 124), au nombre de deux, sont situés dans les bourses. Chez l'embryon: ils sont dans l'abdomen et n'émigrent en dehors de cette cavité que vers la fin du troisième mois. La migration peut s'arrêter, créant ainsi l'*ectopie testiculaire*, celle-ci pouvant être abdominale ou inguinale. Dans tous les cas, quelle que soit la variété d'ectopie, le testicule fait défaut dans les bourses et l'individu est appelé cryptorchide. La *cryptorchidie* peut être unilatérale ou bilatérale. En général, quand elle est bilatérale, elle s'accompagne de stérilité.

La consistance du testicule est ferme, élastique, identique dans tous les points de la glande si celle-ci est normale. La pression y détermine une sensation douloureuse, particulière, qui fait souvent défaut dans certaines affections de l'organe. Le poids de celui-ci ne dépasse pas 22 grammes. Sa coloration blanc bleuâtre est due à la tunique fibreuse qui l'entoure, la *tunique albuginée*. Le bord postérieur est surmonté de l'*épididyme*, corps allongé d'avant en arrière, plus volumineux en avant où la tête se développe, aplati à sa portion moyenne, le corps, et effilé à sa partie postérieure, la queue.

Les *enveloppes du testicule* ou *bourses* se superposent en six couches : 1° le *scrotum* qui n'est autre que la peau mince, vasculaire et plissée des bourses ; 2° le *dartos*, couche musculaire lisse qui double le précédent ; 3° une tunique cellulaire ; 4° une tunique musculaire constituée par le *crémaster strié* ; 5° une tunique fibreuse qui forme un sac au cordon et au testicule, et enfin 6° la *tunique vaginale*. Cette dernière enveloppe est une membrane séreuse qui provient du péritoine ; elle comprend un feuillet pariétal appliqué contre la tunique fibreuse et un feuillet viscéral qui tapisse le testicule et une partie de l'épididyme. Cette séreuse est quelquefois le siège d'épanchements (hydrocèle, hématocèle).

Le tissu testiculaire, bien visible sur une coupe, est contenu dans l'albuginée, membrane fibreuse inextensible. Il a l'apparence d'une pulpe molle, de couleur brune, qui est formée par des canaux extrêmement fins. Parmi ces canaux les uns, appelés *canalicules séminifères*, élaborent des spermatozoïdes ; ils sont au nombre de trois à quatre par lobule et l'on compte dans chaque testicule deux cent cinquante à trois cents de ceux-ci. Ces canalicules sont très pelotonnés sur eux-mêmes. Développé, chacun d'eux peut atteindre 1 m. 50 de longueur. Ils aboutissent au niveau du bord supérieur du testicule, en un point où l'albuginée présente un épaississement, le *corps d'Highmore*. Arrivés en ce point, les canalicules séminifères d'un même lobule s'unissent pour former un seul canal, le *tube droit*. Les tubes droits, à leur tour, s'anastomosent entre eux pour former un réseau, le *réseau de Haller*. Signalons qu'à partir des tubes droits les spermatozoïdes ne sont plus élaborés ; avec les tubes droits, nous entrons dans les voies spermatiques proprement dites.

Du réseau de Haller naissent dix à quinze vaisseaux pelotonnés, les *cônes efférents*.

Ces cônes s'abouchent dans la portion initiale du *canal épididymaire*. Ce canal constitue l'épididyme tout entier ; il est long de 6 à 7 mètres. Comme les canaux précédents, il est fortement pelotonné sur lui-même puisque son étendue longitudinale ne dépasse pas 5 centimètres. A la queue de l'épididyme commence le *canal déférent*.

CANAL DÉFÉRENT

Le canal déférent (fig. 124), long de 35 à 45 centimètres, suit une direction ascendante dans l'intérieur des bourses, au milieu du *cordon*. On désigne sous ce dernier nom l'ensemble des vaisseaux (artères, veines et lymphatiques) et nerfs testiculaires, entourés de la membrane fibreuse que nous avons signalée à propos des bourses. Le canal déférent, situé au milieu de ces éléments, s'engage plus haut dans le canal inguinal qu'il traverse pour arriver dans le bassin. En sortant du canal, il surcroise la courbe de l'artère épigastrique, franchit les vaisseaux iliaques externes, suit la face latérale de la vessie et arrive à la base de cet organe où il se place en dedans de la vésicule séminale en formant avec le canal correspondant de l'autre côté un espace triangulaire à base supérieure, le *triangle interdéférentiel*.

VÉSICULES SÉMINALES

Les vésicules séminales (fig. 124) sont des réservoirs insinués entre la vessie et le rectum au-dessus de la base de la prostate. Leurs sommets inférieurs se continuent, après s'être réunis aux canaux déférents, par les canaux éjaculateurs.

Les *canaux éjaculateurs*, au nombre de deux, amènent dans l'urètre le sperme accumulé dans les vésicules séminales. Ils pénètrent dans la prostate qu'ils traversent

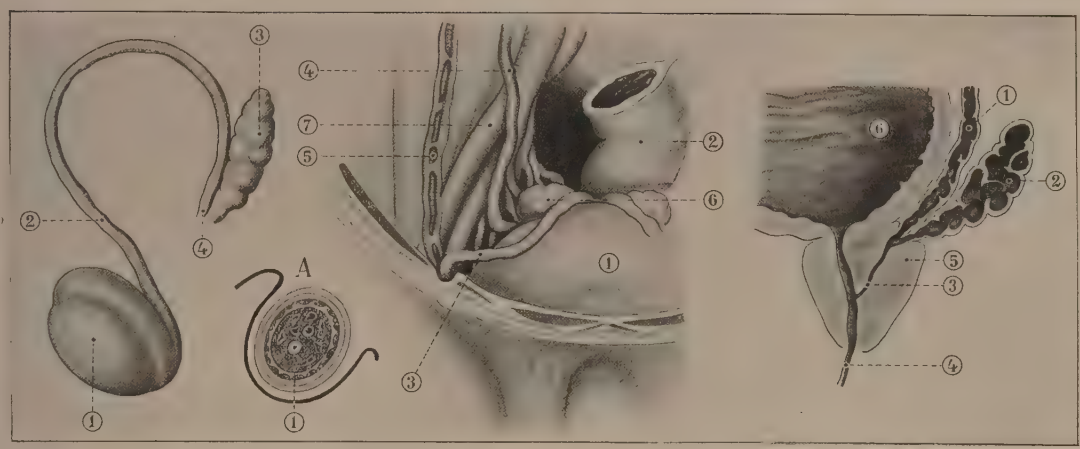


Fig. 124. — L'APPAREIL GÉNITAL DE L'HOMME ▫ *A gauche :* Schéma des voies spermatiques. — 1. *Testicule.* — 2. *Canal déférent.* — 3. *Vésicule séminale.* — 4. *Canal éjaculateur.* ▫ *Au milieu :* Trajet du canal déférent et de l'uretère. — 1. *Face antérieure de la vessie.* — 2. *Rectum* (coupé). — 3. *Canal déférent.* — 4. *Uretère.* — 5. *Vaisseaux spermatiques.* — 6. *Vésicule séminale.* — 7. *Artère iliaque externe.* ▫ *A droite :* Coupe de la terminaison des voies spermatiques. — 1. *Canal déférent.* — 2. *Vésicule séminale.* — 3. *Canal éjaculateur.* — 4. *Urètre.* — 5. *Prostate.* — 6. *Face interne de la vessie.* — *A :* Coupe du cordon spermatique. — 1. *Canal déférent.* (Moreaux, del.)

et viennent s'ouvrir sur le veru-montanum, à gauche et à droite de l'utricule prostatique.

PROSTATE

A l'appareil génital il faut ajouter la *prostate.* Celle-ci est un corps musculo-glandulaire spécial à l'homme. Peu développée à la naissance, elle augmente au moment de la puberté ; plus tard, chez le vieillard, elle s'hypertrophie par suite de l'énorme développement du tissu conjonctif qu'elle contient.

Elle a la forme et à peu près la taille d'un marron d'Inde. Sa consistance est ferme. Nous avons vu qu'elle était traversée par l'urètre et par les canaux éjaculateurs. Sa face antérieure est située en arrière de la symphyse pubienne. Sa face postérieure, saillante chez le vieillard, répond au rectum par l'intérieur duquel on peut l'explorer. Sa face supérieure (ou base) adhère à la vessie et présente deux lobes latéraux et un lobe moyen. C'est surtout celui-ci qui, en s'hypertrophiant chez le vieillard, fait saillie dans la vessie, isole en arrière de lui le bas-fond vésical et constitue un obstacle à la miction. Latéralement, la prostate répond au muscle releveur de l'anus.

Cette glande sécrète un liquide qui paraît constituer un milieu nécessaire à la vitalité du spermatozoïde et qui dilue le sperme. Celui-ci, arrivé dans l'urètre, est évacué par ce canal qui chemine, à sa partie inférieure, dans la verge ou pénis.

PÉNIS

Le pénis, organe de la copulation, est situé en avant de la symphyse pubienne. Son corps est cylindrique. L'extrémité postérieure (ou racine de la verge) est fixée d'une part à la symphyse pubienne et à la paroi abdominale par le ligament suspenseur, de l'autre aux branches ischio-pubiennes par les corps caverneux.

Son extrémité antérieure présente une saillie conoïde, le *gland*, recouvert d'un repli tégumentaire, le *prépuce.*

Le verge est constituée, en dehors de ses enveloppes cutanées et élastiques, par des formations érectiles qui constituent les *deux corps caverneux* et le *corps spongieux.* Les corps caverneux forment deux cylindres accolés à la manière de deux canons d'un fusil. Fixés en arrière, ils se terminent en avant par une pointe mousse que coiffe la capsule du gland. Ils sont formés par un système de cloisons conjonctives qui limitent les aréoles où circule le sang, cette structure étant caractéristique du tissu érectile.

Le *corps spongieux* est situé sur la face inférieure des corps caverneux. Il est traversé par le canal de l'urètre dans toute son étendue. Son extrémité postérieure renflée en forme de massue constitue le *bulbe* de l'urètre. Son extrémité antérieure, de nouveau très volumineuse, constitue le gland dont nous avons parlé plus haut.

Les vaisseaux destinés aux enveloppes et aux corps érectiles proviennent des vaisseaux honteux internes, de même que les nerfs proviennent du nerf honteux interne qui contient à la fois des filets du système sympathique et des filets du système cérébro-spinal.

PÉRINÉE CHEZ L'HOMME

Le bassin est fermé à sa partie inférieure par des muscles et des lames fibreuses dont l'ensemble constitue le *périnée.* Les muscles y sont groupés en plusieurs plans. Le plan supérieur forme le plancher du bassin ou plafond du périnée ; il est constitué par le *muscle releveur de l'anus,* muscle large et mince qui s'étend de la paroi antéro-latérale du bassin au rectum. A son centre existe une large boutonnière qui livre passage à l'urètre,

enchâsse la prostate et entoure le rectum. Au-dessous de lui se dispose une série de petits muscles dont les uns, le *sphincter externe* de l'anus et le *sphincter externe de l'urètre*, commandent respectivement l'occlusion de ces deux conduits, c'est-à-dire sont affectés aux fonctions de défécation et de miction, tandis que les autres : muscles transverses du périnée, muscles caverneux, muscles bulbo-caverneux, sont surtout adaptés à la fonction génitale, en particulier au phénomène de l'érection. Ces muscles, complétés par des aponévroses, dont la plus solide et la plus importante est l'*aponévrose moyenne*, feuillet tendu entre les arcades pubiennes, entourent ou sont traversés par l'urètre et les organes en rapport avec ce conduit, le bulbe de l'urètre, les corps caverneux, etc.

Le releveur de l'anus détermine dans le bassin deux étages, l'un supérieur abdominal, l'autre inférieur périnéal : les lésions de la partie inférieure du rectum, celles de l'anus, les lésions de l'urètre membraneux et de l'urètre pénien appartiennent au périnée. Cette région superficielle communique en avant avec les bourses, en arrière avec la région fessière, en dedans avec la face interne de la cuisse.

APPAREIL GÉNITAL DE LA FEMME

Comme celui de l'homme, l'appareil génital de la femme (fig. 125 à 131) comprend deux glandes, les ovaires, et les conduits chargés d'expulser l'ovule mûr ou de lui donner asile quand il est fécondé : les trompes utérines, l'utérus et le vagin qui vient s'ouvrir au niveau des organes génitaux externes.

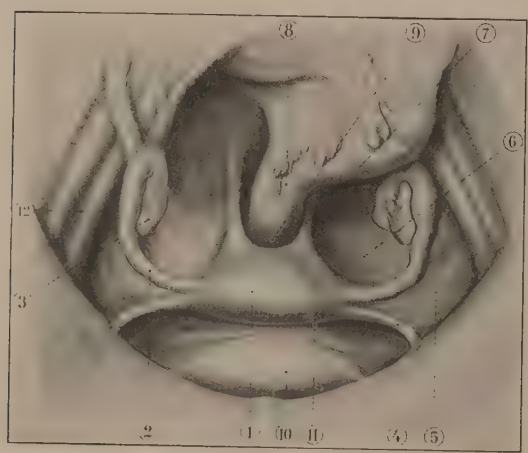


Fig. 125. — APPAREIL GÉNITAL DE LA FEMME ✍ Vue cavalière des viscères contenus dans le bassin de la femme. Elle montre la situation des ligaments qui maintiennent l'utérus en place. Cette vue est complétée par la figure 127. — 1. *Fond de l'utérus.* — 2. *Trompe.* — 3. *Ovaire.* — 4. *Ligament rond.* — 5. *Ligament large (partie supérieure).* — 6. *Ligament large (partie postérieure).* — 7. *Ligament utéro-sacré.* — 8. *Rectum.* — 9. *Cul-de-sac de Douglas.* — 10. *Vessie.* — 11. *Cul-de-sac vésico-utérin.* — 12. *Vaisseaux iliaques externes.* (Moreaux, del.)

OVAIRES

Les deux ovaires, situés primitivement, comme les testicules, dans la région lombaire, subissent aussi une migration qui les conduit dans le bassin. Ils sont également au nombre de deux, l'un droit, l'autre gauche. Chacun d'eux a la forme d'une grosse amande de 35 millimètres de longueur environ, pesant de 7 à 8 grammes. On les trouve sur les parties latérales du bassin, derrière un ligament transversal, le *ligament large*, auquel ils sont reliés et fixés par un court aileron (fig. 125, 126, 127). D'autre part, ils sont rattachés à l'utérus en dedans et à la trompe en dehors. Malgré ces moyens de fixité, ils sont mobiles, oscillant sur place, pouvant même se déplacer.

Chez la femme adulte, l'ovaire est d'une coloration rouge qui s'accentue pendant la période menstruelle. Chez la fillette, il est lisse, blanc rosé. Au moment de la puberté, et à partir de cette époque jusqu'à la ménopause, chaque mois se détache un ovule arrivé à maturité et qui laisse après sa chute une petite plaie dont la cicatrisation produit une dépression étoilée. Plus la femme est âgée, plus est grand le nombre de cicatrices ; l'ovaire arrive ainsi à présenter un aspect ridé que l'on a comparé à un noyau de pêche.

Si l'on fait une coupe de l'ovaire, on constate deux couches bien distinctes : l'une centrale, rouge vif, contenant un grand nombre de vaisseaux et de nerfs, que l'on appelle la *substance médullaire* ; l'autre périphérique, jaunâtre, qui est la *substance corticale*. Celle-ci renferme les éléments essentiels de l'ovaire, les *follicules de Graaf* ou ovisacs. Ces formations contiennent l'ovule entouré de cellules dites folliculeuses. Chaque mois, pendant la période génitale de la femme, l'ovule contenu dans l'ovisac arrive à maturité, tandis que le follicule qu'il contient se transforme en une poche liquide contenant une sérosité jaunâtre. Par un mécanisme que nous ignorons, l'ovisac s'ouvre, l'ovule est mis en liberté et passe dans la trompe utérine. Après son départ, il reste sur l'ovaire au niveau de l'ovisac une dépression irrégulière comblée par des débris cellulaires et du sang formant ce que l'on appelle le *corps jaune*. Si l'œuf est fécondé, le corps jaune persiste plus longtemps, pendant plusieurs mois. Au contraire, si l'ovule est évacué, le corps jaune évolue en moins d'un mois ; il disparaît, laissant à sa place la cicatrice dont nous avons parlé.

TROMPES DE FALLOPE

Aux ovaires font suite les *trompes utérines* ou trompes de Fallope (ou encore oviductes) (fig. 125, 126, 127). Ce sont deux conduits, l'un droit, l'autre gauche, que Fallope compara, il y a plus de trois cents ans, à des trompettes. Chaque trompe présente en effet, du côté de l'ovaire, une portion évasée à laquelle on donne le nom de *pavillon*, vaste entonnoir frangé sur ses bords et s'ouvrant dans la cavité du péritoine. Au pavillon fait suite une *ampoule*, partie dilatée et flexueuse. En se rapprochant de l'uté-

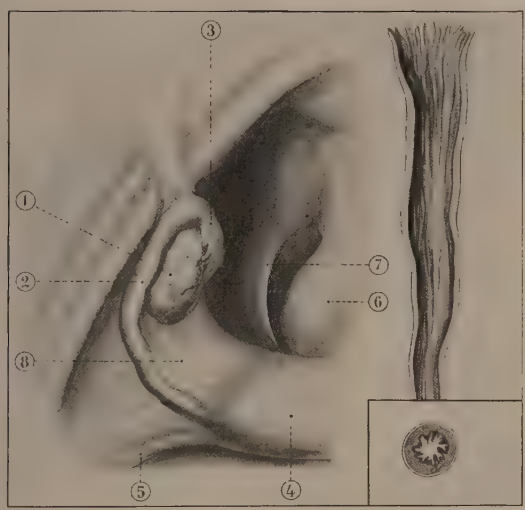


Fig. 126. — APPAREIL GÉNITAL DE LA FEMME : OVAIRE ▲ (Les organes sont vus d'en haut). — *A gauche :* L'ovaire en place. — 1. *Ovaire.* — 2. *Trompe.* — 3. *Pavillon de la trompe.* — 4. *Fond de l'utérus.* — 5. *Ligament rond.* — 6. *Rectum.* — 7. *Ligament utéro-sacré.* — 8. *Ligament large.* ▲ *A droite :* Coupe longitudinale de la trompe. ▲ *En bas, à droite :* Coupe transversale de la trompe. (Moreaux, del.)

rus, la trompe devient rectiligne et droite, l'isthme tubaire, enfin, pénètre dans le tissu utérin par un orifice étroit. Sa longueur est d'environ 12 centimètres et le diamètre extérieur, qui mesure de 3 à 4 millimètres près de l'utérus, atteint près d'un centimètre au niveau du pavillon. La trompe est située à la partie supérieure du ligament large et rattachée à l'ovaire par le *ligament pubo-ovarien* ; elle jouit d'une grande mobilité lorsque aucune adhérence inflammatoire ne vient la fixer aux parois ou aux organes voisins.

Entourées par le péritoine, ses parois comprennent une tunique musculaire résistante et une tunique muqueuse hérissée de nombreux plis longitudinaux, parallèles à l'axe du conduit et très développés surtout dans la région de l'ampoule. Ils servent au cheminement des ovules et sans doute aussi des spermatozoïdes, puisque ceux-ci la remontent ; la fécondation semble s'effectuer en effet le plus souvent au niveau du tiers externe de la trompe, ce qui permet de comprendre que dans certains cas l'ovule fécondé, au lieu d'émigrer vers l'utérus, puisse se fixer dans la trompe et s'y développer, déterminant une grossesse tubaire ou extra-utérine, dont les conséquences peuvent être très graves.

UTÉRUS

L'utérus ou matrice (fig. 127 à 130) est un organe creux destiné à servir de réceptacle à l'ovule fécondé.

Il a la forme d'un cône aplati d'avant en arrière, dont la base est supérieure et dont le sommet arrondi s'engage dans l'orifice supérieur du vagin. Cette portion basse de l'utérus, cylindrique, forme le *col* ; la partie supérieure large constitue le *corps*. Ces deux portions sont réunies par un raccord plus étroit, l'*isthme*. Richet comparait assez exactement la forme de l'utérus à celle d'une petite gourde. En position normale chez la femme qui se tient debout, le corps est un peu incliné en avant sur le col (antéflexion normale). La courbure inverse constitue la rétroflexion, et elle est anormale. Le volume de l'utérus est variable suivant l'âge et suivant que la femme a eu ou n'a pas eu d'enfants. L'utérus normal de la femme nullipare (qui n'a pas eu d'enfants) a 6 ou 7 centimètres de longueur sur 4 de large ; il est plus long et plus large d'un centimètre environ chez celle qui a enfanté.

Si l'on sectionne l'utérus, on constate en son milieu une cavité, lisse au niveau du corps, plissée au niveau

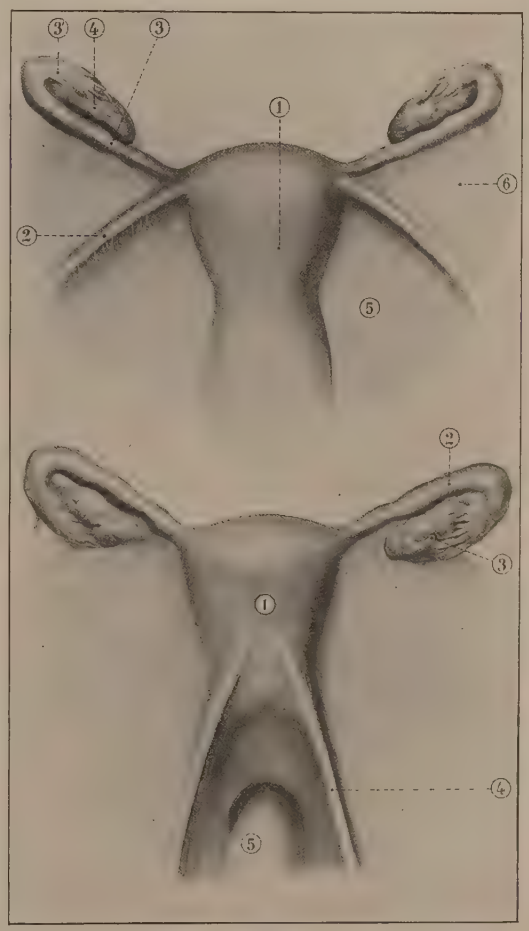


Fig. 127. — APPAREIL GÉNITAL DE LA FEMME : OVAIRES, TROMPE ET UTÉRUS ▲ Figure destinée à montrer la position respective de ces trois organes, les plus importants de l'appareil génital féminin. ▲ *En haut :* Vue antérieure. — 1. *Utérus.* — 2. *Ligament rond.* — 3. *Trompe.* — 3'. *Pavillon de la trompe.* — 4. *Ovaire.* — 5. *Aileron antérieur du ligament large.* — 6. *Aileron moyen ou mésosalpinx.* ▲ *En bas :* Vue postérieure. — 1. *Utérus.* — 2. *Trompe.* — 3. *Ovaire.* — 4. *Ligament utéro-sacré.* — 5. *Cul-de-sac de Douglas.* (Moreaux, del.)

Fig. 128. — APPAREIL GÉNITAL DE LA FEMME ▰ Coupe sagittale (verticale et antéro-postérieure) des organes pelviens chez la femme, pour montrer les rapports qu'affectent entre eux ces organes (de tout l'intestin, on n'a laissé en place que le rectum). — 1. *Paroi abdominale.* — 2. *Os pubis.* — 3. *Vessie.* — 4. *Urètre.* — 5. *Vulve.* — 6. *Vagin.* — 7. *Utérus.* — 8. *Rectum.* — 9. *Sacrum.* — 10. *Cavité péritonéale.* — 11. *Cul-de-sac antérieur de la vessie.* — 12. *Cul-de-sac de Douglas.* (Moreaux, del.)

du col, dont la capacité ne dépasse pas 6 centimètres cubes chez la femme nullipare. Large dans la région du corps, elle est étroite dans la région du col, où elle ne représente plus qu'un canal qu'il faut dilater lorsque l'on veut pénétrer, pour pratiquer une intervention chirurgicale, dans la cavité du corps.

Pendant la grossesse, l'utérus augmente, bien entendu, considérablement de volume : à trois mois, son fond dépasse un peu la symphyse du pubis ; à quatre mois, il est à deux travers de doigt au-dessus d'elle ; à cinq mois, à un travers de doigt au-dessous de l'ombilic ; à huit mois, à quatre ou cinq travers de doigt au-dessus de celui-ci ; à neuf mois, il est près de l'appendice xiphoïde du sternum.

Lorsqu'on examine l'utérus dans le bassin, on voit qu'il a en avant de lui la vessie (fig. 128), en arrière le rectum, et que le péritoine revêt ses deux faces pour remonter ensuite sur ces deux organes en créant deux culs-de-sac, l'un antérieur ou *vésico-utérin*, l'autre postérieur, descendant plus bas, le cul-de-sac *rétro-utérin* ou cul-de-sac de Douglas. Des bords latéraux de l'organe, partent, à la façon de deux grandes ailes, les *ligaments larges* qui rattachent l'utérus aux parties latérales du bassin et qui contiennent dans leur bord supérieur, comme nous l'avons dit, la trompe utérine. Du fond de l'utérus partent en avant les *ligaments ronds*, cordons musculaires qui vont s'attacher à la paroi abdominale antérieure en traversant le canal inguinal. En arrière de l'isthme, deux autres replis rattachent la matrice au sacrum. Enfin, tout autour du col utérin, le tissu fibreux du plancher pelvien, les artères et les veines qui y arrivent forment d'autres amarres qui tendent à maintenir la matrice dans sa situation normale. L'isthme de l'utérus représente le point le plus fixe de l'organe, et c'est autour de lui que se font les mouvements de version, le corps et le col se déplaçant en direction opposée. Dans la rétroversion, le fond bascule en arrière contre le rectum, tandis que le col est refoulé en avant vers la base de la vessie. Dans l'antéversion, la bascule se fait en sens contraire.

Le col utérin, engainé par le vagin, fait saillie en partie dans ce conduit, présentant une portion visible à l'aide de l'instrument appelé spéculum, *le museau de tanche*. L'orifice externe du col est variable suivant que la femme a eu ou n'a pas eu d'enfants. Dans le premier cas, il représente une fente plus ou moins allongée, plus ou moins irrégulière ; dans le second cas, il est punctiforme.

L'utérus, en dehors du péritoine, est constitué par deux tuniques, l'une musculaire et l'autre muqueuse. Le muscle utérin, extrêmement épais, forme de véritables anneaux contractiles autour des nombreux vaisseaux qui le parcourent. Ce dispositif a pour effet d'obturer les vaisseaux après la délivrance qui suit l'accouchement. Ces fibres musculaires forment ainsi, suivant l'expression imagée de Pinard, de *véritables ligatures vivantes*. La muqueuse est le siège d'une congestion abondante et d'une destruction partielle, chaque mois, pendant la période de la menstruation, phénomène dont la cause n'est pas encore entièrement élucidée.

L'ovaire, la trompe et l'utérus présentent une vascularisation très riche. Les vaisseaux de l'utérus ont une disposition particulière ; ils décrivent des sinuosités extrêmement nombreuses dans l'épaisseur du corps utérin, sinuosités qui permettent aux vaisseaux de suivre l'augmentation du volume pendant l'évolution de la grossesse. Seule la ligne médiane de l'utérus est

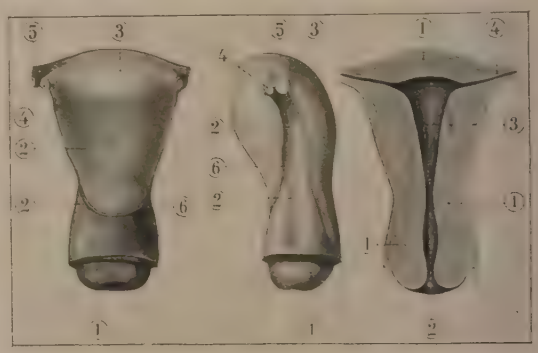


Fig. 129. — APPAREIL GÉNITAL DE LA FEMME. ASPECT EXTÉRIEUR ET STRUCTURE INTERNE DE L'UTÉRUS (isolé de tous les organes avec lesquels il est en rapport) ▰ *A gauche :* Face antérieure. — 1. *Museau de tanche.* — 2. *Isthme.* — 2'. *Corps de l'organe.* — 3. *Fond.* — 4. *Coupe du ligament rond.* — 5. *Coupe de la trompe.* — 6. *Section du péritoine.* ▰ *Au milieu :* Vue latérale. ▰ *A droite :* Coupe de l'utérus, placé dans la même position que sur la figure de gauche. — 1. 1. 1. *Coupe de la paroi.* — 2. *Cavité du col.* — 3. *Cavité du corps.* — 4. *Cavité de la trompe.* (Moreaux, del.)

Fig. 130. — VUE LATÉRALE DES ORGANES PELVIENS CHEZ LA FEMME AVEC LEURS ARTÈRES ø Le bassin est ouvert, toute sa partie gauche enlevée, les organes qu'il contient demeurant entiers à leur place. — 1. *Rectum.* — 2. *Utérus.* — 3. *Vessie.* — 4. *Vagin.* — 5. *Uretère.* — 6. *Ovaire.* — 7. *Trompe utérine attirée en haut par un crochet qui la coude.* — 8. *Artère hypogastrique.* — 9. *Artère utérine.* — 10. *Coupe du pubis.* — 11. *Coupe du sacrum.* (Moreaux, del., imité de Farabeuf.)

peu vascularisée, particularité anatomique utilisée pour le choix du lieu d'incision dans l'opération césarienne. Cette vascularisation devient réellement formidable pendant la grossesse, car elle doit pourvoir non seulement à la nutrition de l'utérus, mais encore à celle de l'œuf qui devient embryon puis fœtus et enfant à terme. Après la naissance de l'enfant, l'utérus subit une « involution » qui le ramène à peu près à son volume normal.

VAGIN ET ORGANES GÉNITAUX EXTERNES

Le *vagin* est un conduit musculo-membraneux, impair et médian, qui s'étend de l'utérus à la vulve. Il se dirige obliquement en bas et en avant, ayant la forme d'un cylindre aplati d'avant en arrière : les parois antérieure et postérieure sont, dans les conditions physiologiques habituelles, appliquées l'une contre l'autre. Sa longueur est de 6 à 8 centimètres ; les parois sont très extensibles et, d'autre part, très élastiques. Sur chaque paroi on distingue deux saillies arrondies et mousses, les colonnes antérieure et postérieure du vagin.

En avant, cet organe répond à la vessie et à l'urètre ; en arrière, il répond au rectum. Le toucher vaginal permet d'explorer ces deux organes, les organes génitaux internes et, en général, la cavité pelvienne. A sa partie supérieure, le vagin fixé sur le col utérin, forme autour de celui-ci une rigole circulaire, plus profonde en arrière qu'en avant, que l'on désigne sous le nom de *cul-de-sac du vagin*. L'orifice inférieur est situé dans le périnée et se continue directement avec la vulve.

La *vulve* se présente (fig. 131) sous l'aspect d'une fente médiane antéro-postérieure délimitée par deux bourrelets saillants, *les grandes lèvres*, réunies l'une à l'autre par une commissure antérieure. Les grandes lèvres écartées, on distingue deux replis cutanés, les petites lèvres. En avant de celles-ci on distingue un organe érectile, impair et médian, le *clitoris*, qui est chez la femme l'homologue réduit des corps caverneux de l'homme. Avec les petites lèvres il limite le vestibule, en arrière duquel on trouve le *méat urinaire*, ouverture de l'urètre, et l'orifice inférieur du vagin. Cet orifice est en partie fermé par une cloison membraneuse incomplète, l'*hymen*. Il peut arriver que cette membrane soit, au contraire, complète. Dans ce cas, on assiste, au moment de la première menstruation, à des accidents qui peuvent être plus ou moins graves, résultat de la rétention, en amont de l'obstacle, des règles qui ne peuvent pas être évacuées au dehors.

Ces organes génitaux sont contenus dans le périnée, qui présente chez la femme les mêmes muscles que ceux de l'homme, muscles légèrement modifiés, adaptés nécessairement à la morphologie sexuelle de la femme.

Ces formations périnéales subissent des modifications de résistance et de structure pendant la grossesse. Les parties molles doivent notamment se laisser dilater de

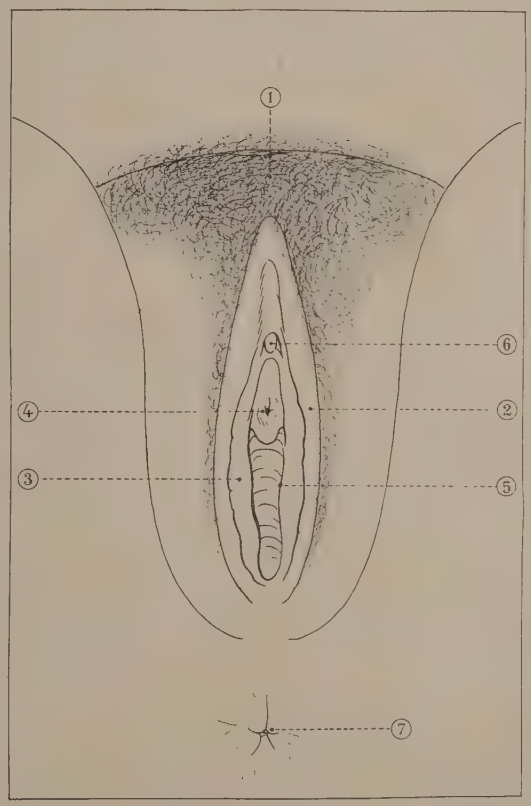


Fig. 131. — APPAREIL GÉNITAL DE LA FEMME : VULVE. ø 1. *Pénil ou mont de Vénus.* — 2. *Grandes lèvres.* — 3. *Petites lèvres.* — 4. *Méat urinaire.* — 5. *Vagin.* — 6. *Clitoris.* — 7. *Anus.* (Moreaux, del.)

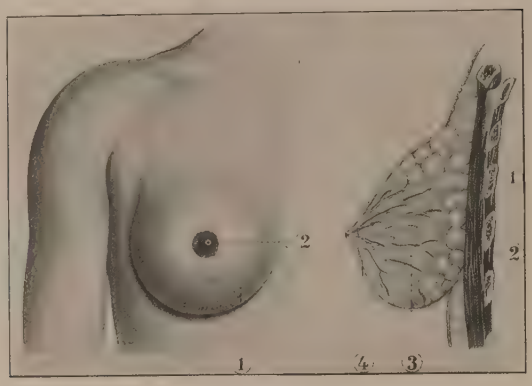


Fig. 132. — GLANDE MAMMAIRE ø *A gauche :* Aspect extérieur, de face. — 1. *Glande mammaire.* — 2. *Mamelon avec son aréole.* ø *A droite :* Coupe de la glande vue de profil. — 1. *Paroi thoracique (coupe d'une côte).* — 2. *Muscle grand pectoral.* — 3. *Tissu glandulaire.* — 4. *Coupes de canaux galactophores.* (Moreaux, del.)

façon considérable pendant les derniers temps de l'accouchement.

GLANDES MAMMAIRES

Les mamelles, encore appelées seins, sont des glandes destinées à sécréter le lait. Chez l'homme elles restent rudimentaires et sans fonction, bien que la littérature médicale ancienne rapporte des cas où l'homme aurait pu allaiter un enfant.

Elles sont situées sur la partie antérieure et supérieure de la poitrine, entre les troisième et septième côtes. Elles sont au nombre de deux, mais le nombre peut être augmenté. Les mamelles surnuméraires se développent alors non pas dans des régions quelconques du corps, mais en des points qui chez les animaux correspondent aux mamelles normales. Elles peuvent ainsi apparaître en des points variés d'une ligne constante chez les embryons, la ligne mammaire qui s'étend de l'aisselle jusqu'à l'aine. Les ébauches de mamelles accessoires peuvent être plus ou moins développées, certaines n'étant représentées que par des taches brunes que la femme désigne du nom de grains de beauté.

Le sein a la forme d'une demi-sphère (fig. 132) présentant au milieu une saillie, le *mamelon*, entouré d'une zone circulaire plus ou moins colorée, l'*aréole*. Réduite chez l'enfant, la glande se développe à l'époque de la puberté. Il n'y a d'ailleurs aucun rapport entre le développement du tissu glandulaire et la capacité fonctionnelle de la glande. Il existe, en effet, deux sortes de mamelles : les mamelles glandulaires et les mamelles graisseuses.

Pendant la grossesse, la glande présente un nouvel accroissement ; le mamelon et l'aréole qui entourent celui-ci avec ses petits tubercules, dits tubercules de Morgagni, subissent des modifications importantes et, à la fin de la grossesse, la glande sécrète un liquide jaunâtre, le *colostrum*, qui précède le lait proprement dit. Après l'allaitement, la glande mammaire rentre dans une période de sommeil que seule une nouvelle grossesse pourra réveiller.

Si l'on coupe une glande mammaire en dehors de la période de lactation, c'est-à-dire une glande au repos, on constate qu'elle est formée par une masse blanchâtre, de consistance ferme, décomposable en masses indépendantes les unes des autres et dont chacune forme un lobe. Chaque lobe présente un canal excréteur, le *canal galactophore*, qui vient s'ouvrir au niveau du mamelon par un orifice ou pore. La glande qui sécrète le lait présente une partie périphérique rougeâtre molle et une partie centrale plus ferme que parcourent les canaux excréteurs.

DEUXIÈME PARTIE

LES CONSTITUANTS DU CORPS HUMAIN (HISTOLOGIE)

PAR LE DOCTEUR LIACRE
Docteur ès-sciences

LA CELLULE. ⸗ LES TISSUS. ⸗ LES ORGANES.

Les organes des êtres vivants sont formés de tissus qui eux-mêmes sont constitués par des cellules. La science qui étudie cette structure intime du corps s'appelle l'*histologie*. Elle comprend trois chapitres : le premier (ou cytologie) étudie uniquement cette unité biologique fondamentale qui est la cellule ; le second (histologie proprement dite), les assemblages de cellules ou tissus ; le dernier, l'assemblage des tissus dans les organes.

CHAPITRE I

LA CELLULE

LA CELLULE, ÉLÉMENT FONDAMENTAL

En dehors de toute discussion théorique, on peut donc considérer la cellule comme l'élément vivant essentiel, comme un individu biologique. Il existe de nombreux êtres réduits à une seule cellule (protozoaires, microbes, bactéries). Plus haut dans l'échelle biologique, on voit ces cellules se grouper en tissus. Cette vie cellulaire en société, qui est la règle à partir des métazoaires, est la seule qui existe chez l'homme. Les cellules, adaptées, pour chaque catégorie d'entre elles, à un rôle nettement spécialisé — la vie a depuis longtemps réalisé le système Taylor, — ne sont plus alors de farouches individualistes. Elles perdent leur indépendance et c'est l'équilibre entre les différents services, les différents rouages de la machine humaine qui constitue la santé. La cellule variera de forme, de dimensions ; des éléments différents en caractériseront les diverses espèces. Mais certains caractères communs se retrouveront chez toutes ou presque toutes.

On considéra d'abord la cellule, à la suite de l'observation de l'anglais R. Hooke (1665), comme des sortes de petites chambres (d'où leur nom), des cavités. Assez rapidement on vit, sur un autre matériel d'observation, que, chez les êtres vivants, les chambres étaient meublées, et peu à peu on arriva à la conception moderne.

LA MEMBRANE

Toute cellule est limitée par une membrane, qui est en quelque sorte son mur, mur bien fragile d'ailleurs. La constitution de la membrane et son rôle dans les échanges entre la cellule et le milieu qui l'entoure ont fait depuis quelques années l'objet de travaux nombreux. On concevait naguère la membrane cellulaire animale comme une barrière nettement figurée. C'est d'ailleurs ce qui existe chez les végétaux dont les membranes cellulosiques rigides sont de véritables murs entourant protoplasme et noyau.

La conception actuelle de la membrane animale est beaucoup moins simple. Cette membrane existe, puisque, sans elle, toutes les cellules fusionneraient en une gelée amorphe. Mais on ne doit la considérer que comme une différenciation, peut-être purement fonctionnelle, et non morphologique, des couches extérieures du protoplasme. Elle est douée d'une polarité électrique dont dépend le transport des ions. Les membranes inertes

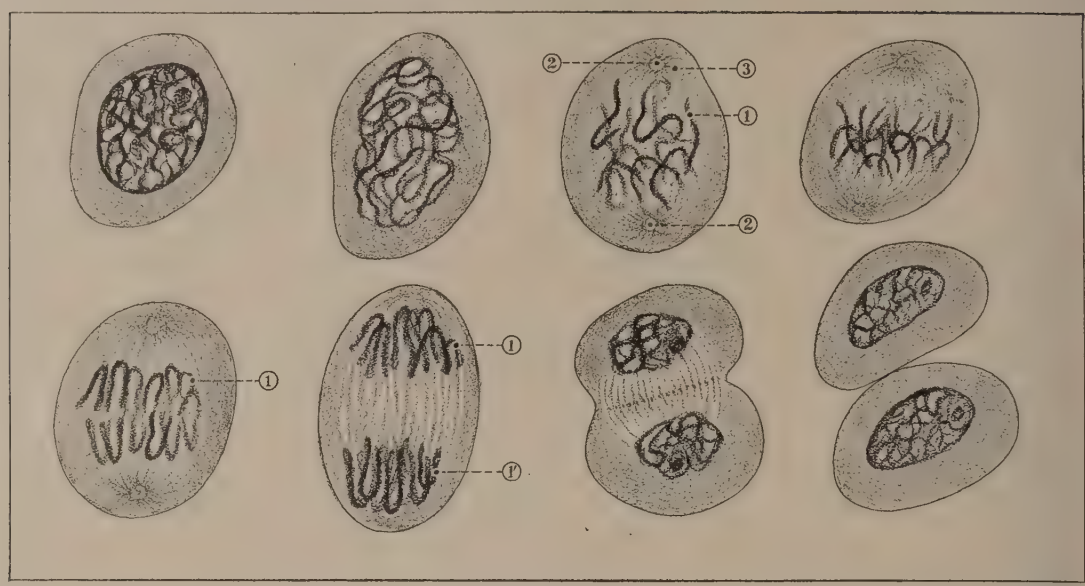


Fig. 1. — KARYOKINÈSE OU DIVISION D'UNE CELLULE PAR MITOSE ▰ Dans cette figure sont représentées les étapes successives de la division d'une cellule en deux cellules-filles. La chromatine, que l'on voit en noir dans le noyau de la cellule primitive, se fragmente en chromosomes qui, disposés d'abord suivant l'équateur de la cellule, se dirigent ensuite vers les pôles où ils vont se pelotonner de nouveau, formant les deux noyaux de deux nouvelles cellules. ▰ *Première ligne.* — 1re figure : Noyau quiescent. — 2e figure : Cordon chromatique. — 3e figure : 1. *Chromosomes, et 2, centrosomes avec 3, un aster à chaque pôle.* — 4e figure : Plaque équatoriale. ▰ *Deuxième ligne.* — 1re figure : Orientation dicentrique des anses chromatiques, 1. — 2e figure : Double couronne polaire, 1 et 1'. — 3e figure : Le dispirème. — 4e figure : Les deux cellules-filles. (Moreaux, del.)

jouissent également de cette propriété due à des phénomènes d'électrisation de contact et point de départ de l'interprétation actuelle des échanges cellulaires. Ceux-ci, condition des phénomènes nutritifs, ne doivent donc plus être considérés comme dus uniquement à des modifications de concentration moléculaire des milieux en présence.

Ces milieux sont très complexes. Ils sont formés de colloïdes et de cristalloïdes. Les colloïdes présentent deux propriétés extrêmement importantes dans les échanges nutritifs, le gonflement, et son contraire, la synérèse. Ce sont eux qui règlent, entre autres, les échanges d'eau. Déjà ici apparaît l'importance des phénomènes électriques. Ce que le langage moderne nomme le *p*H au sein des colloïdes, c'est-à-dire l'équilibre acide-base, est en effet en rapport avec leur état électrique. Il faut bien se rendre compte que tous ces échanges des cristalloïdes, d'autre part (comme le chlorure de sodium), ne se font pas entre corps inertes à l'état mort, mais à un état pour ainsi dire vivant, en mouvement incessant, sous forme d'éléments ionisés, autrement dit séparés en leurs ions constituants porteurs chacun d'une charge électrique de signe + ou —.

Intriquées avec les phénomènes précédents, s'effectuent des réactions très complexes dues à l'entrée en scène des électrolytes, de telle sorte qu'on peut considérer l'ensemble des échanges nutritifs à travers la membrane cellulaire comme le résultat de ce qu'on a étudié sous le nom d'osmose électrique.

DIMENSIONS DES CELLULES

L'étalon de mesure en histologie est le μ ou micron, qui est égal à un millième de millimètre. Un des globules rouges de notre sang a 7 μ,7 de diamètre et 1 μ,9 d'épaisseur. Les plus petites cellules de notre système nerveux (grains du cervelet) ont 5 μ; les plus grosses (cellules motrices des cornes de la moelle) ont 130 μ. D'une façon générale, les dimensions de la cellule sont de l'ordre du centième ou du dixième de millimètre. Mais qu'on ne croie pas que toute cellule vivante est aussi petite. Le jaune de l'œuf des oiseaux n'est qu'une cellule et, chez certains d'entre eux, tels que l'épiornis, aujourd'hui disparu, le jaune de l'œuf devait atteindre la grosseur d'une orange.

FORME DES CELLULES

La forme de la cellule est des plus variables. De même que dans un édifice les matériaux ont des formes adaptées à leur rôle, de même, dans notre corps, les cellules ont des formes qui sont en rapport avec leurs fonctions. Il y a des cellules plates qui se recouvrent comme les tuiles d'un toit et qui sont chargées de protéger, de recouvrir les tissus sous-jacents ; toutes les cellules de notre peau, notamment, ont cette forme. Il y en a d'allongées comme les poutres d'une charpente : elles ont un rôle de soutien et on en trouve dans les ligaments qui fixent nos organes, qui relient les différentes pièces

de nos articulations, et aussi dans les os. Il y en a de rondes et quasi informes comme les cellules graisseuses qui attendent paresseusement, à l'état de réserves, que l'organisme utilise leur contenu.

LE CONTENU CELLULAIRE

A l'intérieur de la membrane se trouvent deux éléments principaux : le protoplasme et le noyau.

LE PROTOPLASME. Sorte de gelée transparente, composée de matières albuminoïdes, de métalloïdes et de métaux, le protoplasme revêt un état physique particulier : l'état colloïdal. Il possède une réaction basique, de telle sorte que, à l'aide des techniques de la coloration, on pourra le rendre plus visible au moyen de colorants acides qui se fixeront avec énergie sur lui.

Lorsqu'on examine le protoplasme au microscope, on remarque qu'il n'a pas un aspect homogène. Même sans coloration, à condition que l'éclairage ne soit pas trop intense, on distingue nettement qu'il est bourré d'éléments irréguliers de forme et ayant l'apparence de grains, de bâtonnets, de filaments. Ces éléments, dans certains cas, affectent des dispositions assez régulières. On a considéré ces dispositions comme correspondant à une architecture fixe du protoplasme (théories granulaire, réticulaire, alvéolaire, etc.). Certaines granulations du protoplasme ont attiré l'attention des chercheurs qui les ont décrites sous de nombreuses appellations : gemmules, micelles, plastidules, biophores, plastes, mitochondries, etc. Qu'il suffise de rappeler la querelle qui mit aux prises Pasteur et Béchamp à propos des *microzyma* que celui-ci avait décrits dans les cellules et auxquels, selon lui, était dévolu le rôle capital dans les phénomènes de la vie.

Mais il est plus exact de regarder ces différents aspects du protoplasme comme correspondant à un moment de la vie de la cellule, aspects peut-être périodiques, peut-être dus à certaines manipulations, mais en tout cas transitoires. Il y a en effet, au cours de la vie des cellules, des périodes de travail, de repos ; elles naissent, elles meurent, tout comme l'individu entier. On peut suivre au microscope les phases du travail de certaines d'entre elles. On les voit, à certains moments, refaire leurs provisions, de même que nous refaisons nos forces par le repos, et, à d'autres moments, se vider d'une partie de leur contenu. En somme, il faut retenir surtout que le protoplasme est quelque chose de très mobile, de très actif et, dans la plupart des cas, un centre de travail intense.

LE NOYAU. Le noyau, lorsqu'on examine une cellule, apparaît comme une tache située plus ou moins près du centre et qui se laisse fortement colorer, étant donnée sa réaction acide, par les colorants alcalins. De forme souvent régulière, sphérique ou ovalaire, il affecte cependant, dans un certain nombre de cas, des formes irrégulières (noyau en croissant, en chapelet ou moniliforme, incisé). De taille variable, il occupe en général le quart environ de la cellule. Presque toujours, il est unique. Cependant, une même cellule peut renfermer plusieurs noyaux, comme la fibre musculaire striée, certaines cellules de la moelle osseuse, les myéloplaxes, qui peuvent en présenter jusqu'à quarante.

La composition du noyau est très complexe. On peut la ramener schématiquement aux éléments suivants : 1° des granulations formées d'une substance, la chromatine, sur laquelle se fixent énergiquement les colorants ; 2° un corpuscule très réfringent, le nucléole ; 3° un réseau d'une substance spéciale, la linine, réseau sur les mailles duquel sont disposées les granulations ; 4° un liquide renfermé dans les mailles du réseau, le suc nucléaire.

Nous ne faisons que mentionner un certain nombre de détails qui sont encore l'objet de discussions entre les spécialistes. Quelques-uns, avec le temps, se parent de noms nouveaux et servent à étayer de nouvelles hypothèses : tels les symbiotes, qui ne sont autre chose que les mitochondries, ou leucites ou plastes connus depuis longtemps. D'autres paraissent offrir un intérêt réel, tel par exemple le centre cellulaire qui joue un rôle important dans la division, autrement dit dans la naissance des cellules.

LA DIVISION CELLULAIRE. La division d'une cellule, dont le résultat est sa multiplication, peut être *directe*, par simple étranglement qui, progressivement, d'un élément cellulaire, en fait deux. Nous voudrions insister surtout sur le phénomène de la division *indirecte*, dite encore mitose ou karyokinèse.

Voici comment les phénomènes se succèdent dans ce mode de division (fig. 1).

Après un certain nombre de mouvements et de transformations dont le noyau est le siège, la chromatine qui, on l'a vu, est disposée en cordon, se fragmente transversalement en une série de tronçons, dits *chromosomes*. Ceux-ci se dirigent vers l'équateur de cette sphère que forme le noyau et s'y disposent sous forme d'une couronne. Chacun des chromosomes se dédouble alors longitudinalement, puis chaque élément résultant de ce dédoublement exécute une marche inverse de celle qu'avaient exécutée les chromosomes primitifs : ces

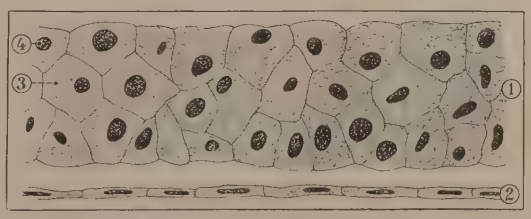


Fig. 2. — ÉPITHÉLIUM PAVIMENTEUX Type des cellules de revêtement ayant la forme d'un carrelage, d'où le nom de pavimenteux. — 1. *Coupe tangentielle.* — 2. *Coupe frontale.* — 3. *Protoplasme.* — 4. *Noyau.* (Moreaux, del.)

chromosomes-fils se dirigent, en effet, vers les pôles de la cellule et là se soudent les uns aux autres pour reconstituer un cordon, puis un réseau. Pendant toute la période active de la mitose, le nucléole disparaît. Il reparaît au moment où la cellule revient à l'état de repos.

En dehors des phénomènes qui ont pour siège le noyau, la cellule est le siège de modifications importantes. Au moment où la division va se faire, ses pôles, marqués chacun par un centrosome, sont reliés par un faisceau disposé perpendiculairement à l'équateur de la cellule et prenant l'aspect des méridiens sur un globe terrestre. Quant au protoplasme, au fur et à mesure que les chromosomes-fils rejoignent les pôles de la cellule, il se déprime circulairement, suivant le plan équatorial, et, à la fin de ces transformations, il existe deux masses cellulaires réunies par un pont très étroit. Celui-ci se rompt : deux cellules-filles sont nées. Chacune d'elles, cela est très important, possède un nombre de chromosomes égal à celui de l'autre et à celui de la cellule-mère.

CHAPITRE II

LES TISSUS

Une amibe, un infusoire, grâce à son unique cellule suffit à tout un ensemble de fonctions. Cet infusoire a une surface et est sensible aux excitations venues du dehors ; il se meut, ingère des matières alimentaires, excrète les déchets, etc. Chez les êtres pluricellulaires, une fonction spéciale sera assurée par un groupement de cellules particulières, qui, suivant l'expression classique, se seront *différenciées*. Tous les tissus prennent naissance à partir de la cellule initiale qui est l'origine de tout être vivant. On trouvera, au chapitre de l'embryologie, tout ce qui concerne l'origine des tissus.

TISSU ÉPITHÉLIAL

Il comprend les différents épithéliums ou assemblages de cellules épithéliales. Certaines de celles-ci, ayant un rôle de revêtement, de protection, comme dans les couches superficielles de la peau, affectent une forme de dalles, de pavés (épithélium pavimenteux) et sont juxtaposées sur un seul rang (épithélium pavimenteux simple) (fig. 2) ou empilées par couches successives (épithélium stratifié). Tous les épithéliums de revêtement, qu'ils soient superficiels, extérieurs comme dans la peau, ou profonds (urètre), ont à peu près cette forme. Mais ils ont des fonctions variables.

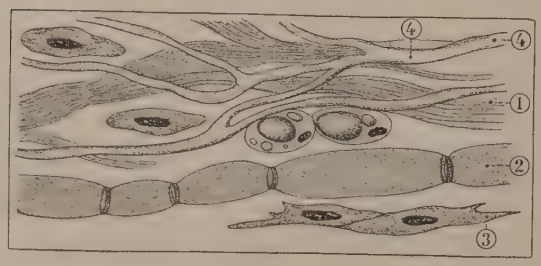


Fig. 3. — TISSU CONJONCTIF. Dans cette figure sont groupés les différents éléments du tissu conjonctif qu'on distingue facilement lorsque, par injection de liquide sous la peau, on forme une boule d'œdème dans laquelle les éléments conjonctifs se dissocient, s'écartent les uns des autres. — 1. *Faisceau conjonctif traité par un acide.* — 2. *Faisceau conjonctif examiné dans la sérosité d'œdème.* — 3. *Cellule conjonctive.* — 4. *Fibre élastique.* (Moreaux, del.)

A côté des épithéliums de revêtement, dont quelques-uns s'adaptent à des fonctions spéciales (cellules épithéliales de l'intestin qui absorbent le chyle, du poumon qui absorbent les gaz, cellules à cils vibratiles de la trachée, des bronches, qui balaient les corps étrangers, etc.), il existe une autre catégorie d'épithéliums extrêmement importants, les épithéliums glandulaires, qui forment l'essentiel des glandes en tube, des glandes en grappe, simples, composées, ouvertes, closes.

Le fait capital, en ce qui concerne ces épithéliums glandulaires, c'est l'activité des tissus, les changements de forme qui correspondent aux différentes phases du travail de la cellule. Pendant un temps variable, celle-ci incorpore, assimile les matériaux qui lui sont apportés du dehors, puis, dans une période terminale, après une série de transformations, rejette au dehors un produit de sécrétion d'aspect très variable, liquide ou solide, amorphe ou figuré. Tantôt la cellule ne fait que rejeter son contenu, mais reste sur place pour reprendre son travail (glande mérocrine; ex. : les glandes salivaires), tantôt elle s'élimine en quelque sorte elle-même avec le produit de son travail (glande holocrine; ex. : les glandes sébacées). A signaler enfin que toutes les glandes n'excrètent pas en dehors de l'organisme le produit de leur sécrétion. Certaines d'entre elles, très importantes (ex. : la glande thyroïde), n'ont pas de canal excréteur. C'est dans l'organisme que ces glandes, dites glandes à sécrétion interne, déversent les substances qu'elles ont élaborées. Il y a enfin des glandes mixtes, comme les glandes sexuelles, qui possèdent à la fois une sécrétion externe et une sécrétion interne.

TISSU CONJONCTIF

Il est (fig. 3) formé par un mélange, en proportions variables suivant le type considéré, de cellules, de faisceaux

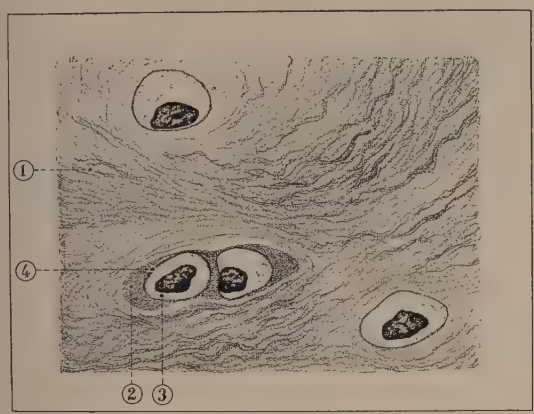


Fig. 4. — FIBRO-CARTILAGE ▫ Tissu que l'on rencontre dans certaines formations anatomiques telles que les disques intervertébraux, les disques articulaires, les insertions tendineuses (insertion du tendon d'Achille sur le calcanéum). Il est formé de fibres conjonctives et de cellules isolées ou groupées par deux ou par trois. — 1. *Faisceaux conjonctifs.* — 2. *Substance fondamentale.* — 3. *Cellule cartilagineuse.* 4. *Capsule.* (Moreaux, del.)

conjonctifs, de fibres élastiques et de substance amorphe.

Les cellules sont munies de prolongements ramifiés par lesquels elles se trouvent réunies, anastomosées les unes avec les autres. Les faisceaux conjonctifs sont de longues bandes plus ou moins sinueuses, striées dans le sens de la longueur et resserrées de place en place par un épaississement ou collier de la gaine qui entoure les faisceaux. Les fibres élastiques se ramifient, s'anastomosent entre elles. Enfin la substance amorphe, tout à fait homogène, est une matière semi-liquide, qui réunit entre eux les différents éléments du tissu. Suivant la prédominance de l'un ou l'autre de ceux-ci, le tissu conjonctif prendra un aspect différent. Les tendons des muscles, les ligaments de nos articulations, l'épiploon, le mésentère, la plèvre, la charpente des ganglions lymphatiques, les aponévroses musculaires représentent quelques exemples de tissu conjonctif.

TISSU CARTILAGINEUX

Il est constitué par des cellules qui ont toujours à peu près la même forme, baignées dans une substance, la substance fondamentale qui, elle, revêt différents aspects, lesquels servent de base à la classification des cartilages.

Les cellules, dans ceux-ci, sont entourées d'une membrane épaisse, la capsule, à l'intérieur de laquelle s'effectuent les divisions cellulaires. C'est à la substance fondamentale que les surfaces articulaires doivent leur aspect nacré et brillant. Il s'agit là de *cartilage hyalin*, qui est le plus répandu (pièces du squelette chez l'enfant, articulations, cartilages costaux, cartilages du nez, de la trachée, des bronches). Le *fibro-cartilage* (fig. 4), intermédiaire entre le cartilage hyalin et le tissu conjonctif, se trouve dans un certain nombre de formations anatomiques (par exemple, au niveau de l'insertion du tendon d'Achille sur le calcanéum, au niveau des disques intervétébraux). Enfin, dans le *cartilage élastique*, on trouve une certaine proportion de fibres élastiques (cartilage de l'oreille et de l'épiglotte).

TISSU OSSEUX

Si l'on traite un os par un acide, cet os devient mou et n'est plus représenté que par l'osséine, matière albuminoïde qui forme près de la moitié du poids de l'os. Il a perdu les sels calcaires qui, à l'état normal, sont englobés dans l'osséine. Ce sont ces sels qui forment la poudre blanche qui reste après calcination des os. Telle est, en gros, la composition d'un os. L'osséine imprégnée de sels calcaires forme la substance fondamentale. Dessinant dans cette substance fondamentale des loges extrêmement ramifiées, on voit les ostéoplastes. C'est dans un os épais, tel que le fémur, que ces différents éléments affectent la disposition la plus remarquable. Les ostéoplastes communiquant entre eux sont disposés concentriquement autour d'un canal central ou canal de Havers (fig. 5). Suivant l'épaisseur des parois des cavités et les dimensions de celles-ci, l'aspect de l'os variera ; ce sera un os compact ou un os spongieux. L'os spongieux prédomine au niveau des épiphyses ; le tissu compact au niveau de la diaphyse. L'os se forme à partir soit du tissu conjonctif (ossification fibreuse), soit du tissu cartilagineux (ossification enchondrale). A la surface d'une travée de future substance osseuse, se disposent des cellules spéciales (ostéoblastes). Par groupes, celles-ci sont progressivement englobées de lamelles

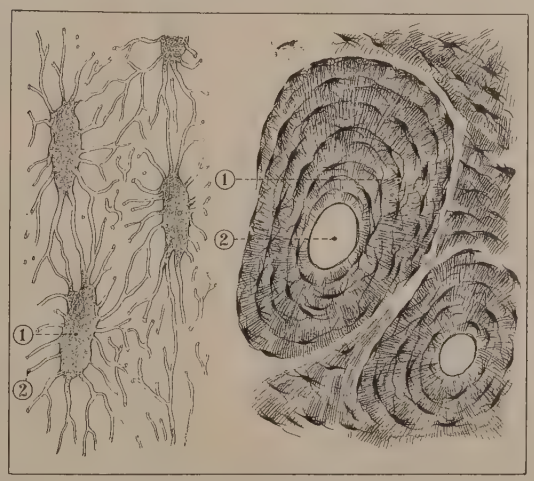


Fig. 5. — TISSU OSSEUX ▫ Les deux figures représentent deux coupes d'os sec, celle de gauche à un plus fort grossissement que celle de droite. L'une et l'autre montrent des cavités réunies par un fin chevelu de canalicules. Sur l'os frais, ces cavités et ces canalicules sont remplis par les cellules osseuses et leurs prolongements. ▫ *A gauche :* 1. *Ostéoplastes.* — 2. *Prolongements.* ▫ *A droite :* Système de Havers. — 1. *Ostéoplastes.* — 2. *Canal de Havers.* (Moreaux, del.)

d'une substance d'abord pré-osseuse, puis nettement osseuse, c'est-à-dire calcifiée. L'ostéogénèse est d'ailleurs beaucoup plus complexe lorsqu'elle appartient au type enchondral que lorsqu'elle appartient au type fibreux.

TISSU MUSCULAIRE

A quelques restrictions près, on peut distinguer parmi les muscles : des muscles pâles, lisses, qui sont les muscles de la vie végétative ; des muscles rouges, striés, qui sont les muscles volontaires.

La fibre lisse, qui atteint, dans certains cas, plus d'un demi-millimètre de long (utérus de la femme enceinte) comprend un protoplasma amorphe ou sarcoplasma (*sarkos*, en grec, signifie chair) au sein duquel on aperçoit des fibrilles, sortes de fils, difficiles à distinguer et disposés suivant le grand axe de la cellule. La fibre lisse est fusiforme et, au niveau de sa partie renflée, se trouve le noyau, qui est unique. Le ventre d'une fibre est en contact avec les extrémités effilées des fibres voisines. On trouve du tissu musculaire lisse dans la paroi du tube digestif, dans les bronches, dans les artères, dans la peau, etc.

La fibre striée est beaucoup plus longue. Elle peut atteindre une dizaine de centimètres, comme sur le muscle couturier. Elle est déjà striée en long, mais la striation à laquelle cette fibre doit son nom est transversale. Enveloppée par une membrane, le sarcolemme, bourrée de noyaux (plusieurs centaines ou plusieurs milliers), la fibre musculaire est divisée longitudinalement en fibrilles. Sur une fibrille, on distingue, superposées les unes au-dessus des autres, des parties alternativement claires et sombres. Les parties ou disques sombres sont contractiles ; les parties ou bandes claires sont seulement élastiques (fig. 6).

La fibre musculaire cardiaque présente une structure offrant certains caractères de la fibre lisse et certains autres de la fibre striée. Mais surtout, il faut retenir sa disposition en réseau qui lui est tout à fait particulière.

TISSU NERVEUX

Il comprend essentiellement la cellule et la fibre nerveuse.

LA CELLULE NERVEUSE. Si l'on prend comme exemple la cellule des centres nerveux (cerveau, moelle), on voit qu'elle est constituée par un protoplasme contenant un fin réseau dont les mailles seraient en continuité avec les fibrilles des prolongements dont nous reparlerons. Dans les espaces délimités par les mailles du réseau sont disséminées des enclaves se colorant très fortement par les couleurs basiques d'aniline (bleu de méthylène, bleu de thionine). Ces enclaves, qu'on a décrites sous le nom de *substance chromophile*, à cause de leur affinité pour les colorants (ou encore de *corps de Niss'l*), démontrent d'une façon évidente que cellule et fibre nerveuse forment une unité physiologique indissoluble. En cas de lésion d'un nerf périphérique, par exemple le sciatique, il se produit rapidement des altérations de ce nerf, gagnant de proche en proche jusqu'aux cellules de la moelle qui sont en connexion avec les fibres

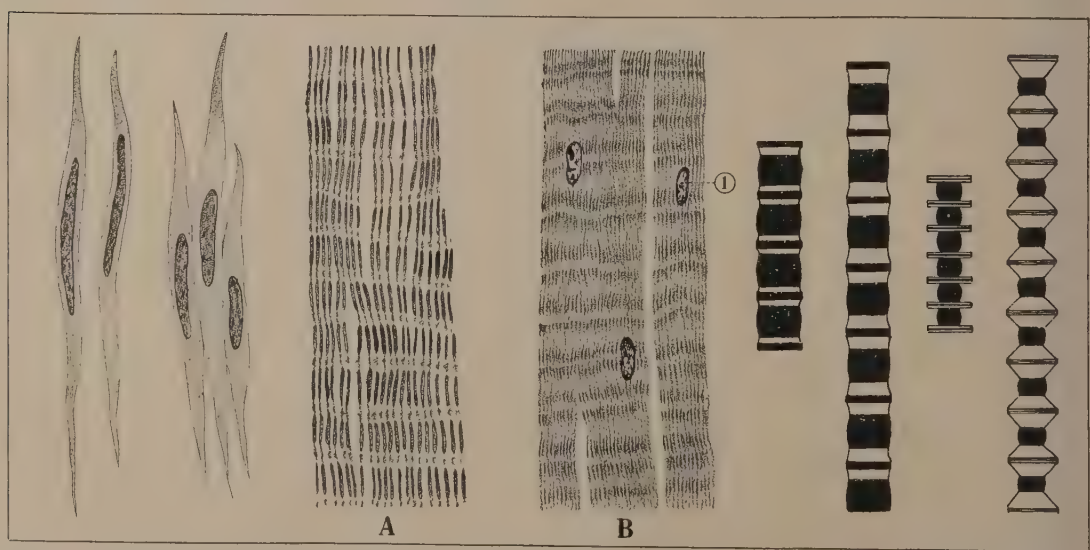
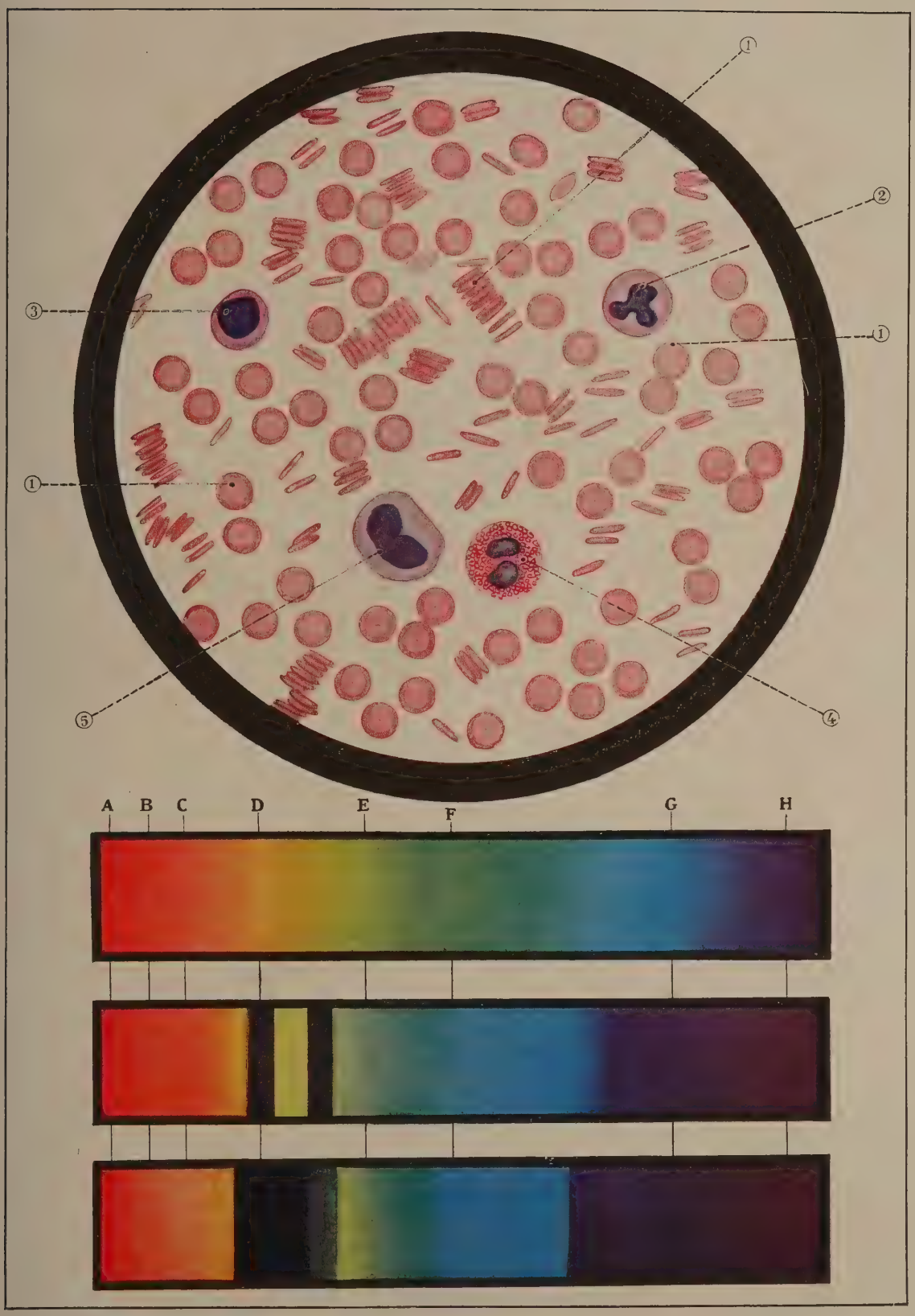


Fig. 6. — FIBRE MUSCULAIRE *A gauche :* Fibre musculaire lisse. *Au milieu :* A et B. Fibre musculaire striée dont B est l'aspect le plus caractéristique, avec les noyaux. — La striation caractéristique du muscle strié est la striation transversale. Les stries longitudinales correspondent aux fibrilles. *A droite :* 1re figure : Fibrille musculaire relâchée, à l'état de repos. — 2e figure : Fibrille musculaire contractée et non tendue. — 3e figure : Fibrille musculaire à l'état de repos et tendue. — 4e figure : Fibrille musculaire contractée et tendue. — Sur ces quatre dernières figures qui sont schématiques, on voit alterner les disques épais (noirs) et les bandes claires divisées par les disques minces (noirs). (Moreaux, del.)

LA COMPOSITION DU SANG ET LE SPECTRE DES HÉMOGLOBINES

En haut : *sang vu au microscope.*
1. 1. 1. *Globules rouges. Dimension moyenne : 7 μ (le μ équivaut au millième de millimètre).*
2. *Polynucléaire.*
3. *Lymphocyte (mononucléaire).*
4. *Polynucléaire éosinophile.* } Globules blancs ou leucocytes.
5. *Gros mononucléaire.*
En bas, ligne supérieure : *Spectre solaire normal.*
Ligne moyenne : *Spectre donné par une solution d'hémoglobine oxygénée ou oxyhémoglobine.*
Ligne inférieure : *Spectre donné par une solution d'hémoglobine privé d'oxygène ou hémoglobine réduite.* (Moreaux del.)

Pl. 3.


1
2
3
1
1
5
4
A B C D E F G H

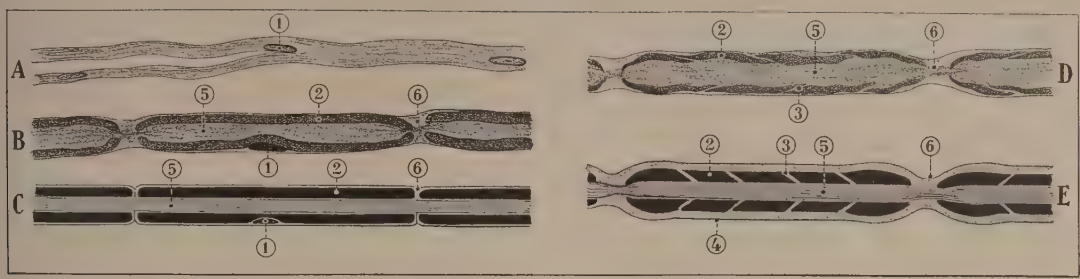


Fig. 7. — FIBRES NERVEUSES ⌀ A, Fibre de Remak (fibres sans myéline). — B, C, D, E. Fibres à myéline. Les différents aspects sont d'ailleurs en partie artificiels et dus aux modifications que les manipulations histologiques apportent à l'aspect de la fibre nerveuse vivante. En particulier, la myéline que l'on voit en noir foncé est moins épaisse à l'état normal. — 1. *Noyau.* — 2. *Myéline.* — 3. *Incisures de Lantermann.* — 4. *Gaine de Schwann.* — 5. *Cylindre-axe.* — 6. *Etranglement annulaire.* (Moreaux, del.)

nerveuses du sciatique. Les corps de Niss'l médullaires, de volumineux qu'ils étaient, ne forment bientôt plus qu'une fine poussière — ce n'est, bien entendu, là qu'une image destinée à faire comprendre l'aspect microscopique des lésions — de substance chromophile, prenant très mal les colorants.

Ce fait a pu être mis en évidence dans les nombreux cas où, soit à la suite de lésions produites expérimentalement, soit au cours de recherches anatomo-pathologiques médicales, on a étudié les relations unissant telle région de la surface du corps ou tel organe avec les centres nerveux. Cette méthode a même été des plus fécondes en découvertes sur la topographie de ces centres.

Le noyau renferme également une substance chromatique, différente d'ailleurs de celle du protoplasme et concentrée autour du nucléole.

Outre le protoplasme du corps cellulaire et le noyau, la cellule nerveuse comprend d'autres éléments nettement différenciés et qui lui sont très particuliers, ce sont les prolongements. Ils sont de deux sortes.

Les prolongements protoplasmiques, courts, nombreux, très ramifiés, forment une sorte de buisson extrêmement touffu à un des pôles de la cellule. C'est ce qui leur a valu le nom de dendrites (de δένδρον, arbre) ou encore de « chevelu » qui sert souvent à le désigner.

Le prolongement cylindre-axile (dénommé également prolongement de Deiters, cylindre-axe, axone, neurite) naît au pôle de la cellule opposé à celui d'où partent les prolongements protoplasmiques. Au contraire de ceux-ci, il est unique, naît par conséquent d'un seul point d'implantation. Il garde un calibre uniforme sur toute sa longueur. Il émet quelques rares branches extrêmement grêles sur son parcours, mais à angle droit et non suivant une disposition dichotomique, en branche d'arbre, comme les prolongements protoplasmiques.

LA FIBRE NERVEUSE. ⌀⌀ Il existe quatre types de fibre nerveuse (fig. 7) : 1° fibres sans myéline. Celles-ci se subdivisent à leur tour en fibres sans gaine de Schwann (organe conjonctif de soutien) ou fibres nues (on les trouve dans les centres nerveux) et en fibres à gaine de Schwann ou fibres de Remak (ce sont elles qui forment les nerfs du système sympathique et le nerf olfactif).

2° Fibres à myéline qui se subdivisent également en fibres sans gaine de Schwann (substance blanche des centres et nerf optique) et fibres avec gaine de Schwann (nerfs cérébro-spinaux). Celles-ci étant les plus complètes, on peut les prendre comme type de description.

Tous les traités d'histologie et d'anatomie même récents consacrent une erreur considérable en ce qui concerne l'aspect normal de la fibre à myéline. On décrit comme normal un aspect qui n'est qu'un artifice de préparation déterminé par les manipulations de la technique histologique.

Dans cet état anormal, la myéline est très épaisse et le cylindre-axe mince. C'est le contraire qui existe dans la réalité. La myéline est mince et le cylindre-axe large. D'ailleurs, les fibres nerveuses étant de bons conducteurs électriques, on comprendrait mal le passage facile du courant dans un conducteur de faible section, par conséquant de résistance élevée. De place en place, sur le trajet de la fibre, qui garde d'ailleurs tout du long le même calibre, existent des rétrécissements (étranglements annulaires). La myéline est un complexe lipoïdique se colorant, comme toutes les graisses, en noir par l'acide osmique. En cas de lésion du nerf, cette myéline se fragmente en boules puis en une fine poussière, tout comme, un peu plus tard, les corps de Niss'l cellulaires se pulvériseront (dégénérescence wallérienne).

Il y a donc une solidarité étroite entre la fibre nerveuse et le cylindre-axe. Ce ne sont pas deux formations anatomiques distinctes, mais une seule et même unité anatomo-physiologique à laquelle on a d'ailleurs donné un nom : cellule et fibre nerveuse forment le *neurone* (Voir *Physiologie*, fig. 3, p. 157). Le neurone moteur d'un des muscles du pied s'étend de la corne antérieure de la moelle, où se trouve la cellule motrice, jusqu'au muscle auquel aboutit la fibre nerveuse. Les neurones ne fusionnent pas entre eux. Leurs extrémités sont simplement au contact les unes des autres, mais ne s'anastomosent pas.

Le cylindre-axe est constitué de neuro-fibrilles, lon-

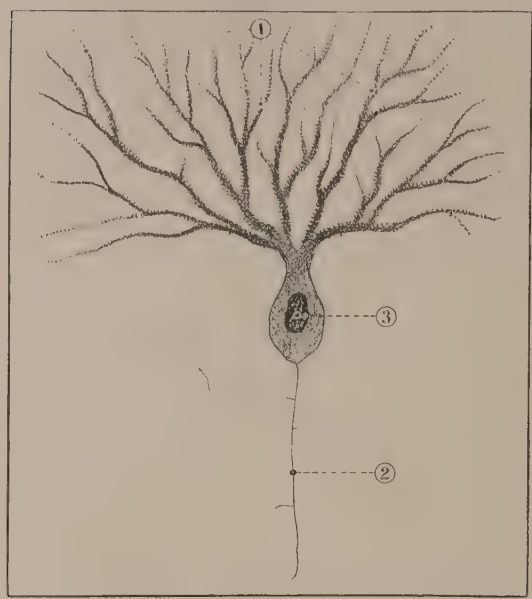


Fig. 8. — CELLULE DU CERVELET ⌀ Cellule de Purkinje. Les cellules de Purkinje sont de grosses cellules situées dans l'écorce du cervelet, c'est-à-dire dans la substance grise. Les gros prolongements « en bois de cerf » sont les prolongements protoplasmiques. A l'autre extrémité de la cellule, on voit, très fin, le cylindre-axe. — 1. *Prolongements protoplasmiques.* — 2 *Cylindre-axe et collatérales.* — 3. *Noyau.* (Moreaux, del.)

gues lignes parallèles entre elles, parallèles également au grand axe du cylindre-axe, de fines granulations se continuant avec le réseau protoplasmique cellulaire.

Toutefois, cette théorie du neurome n'est pas admise sans conteste et, suivant certains auteurs, fibre et cellule nerveuses formeraient deux éléments distincts. De plus, il n'y aurait pas simple contact entre les prolongements nerveux, mais anastomose, de telle sorte que système nerveux sensitif et système moteur formeraient un véritable réseau à la manière du réseau capillaire unissant artères et veines. Comme pour celui-ci, il existerait un véritable circuit fermé.

ORIGINES ET TERMINAISONS DES FIBRES NERVEUSES. ⌀⌀ Suivant qu'il s'agit de nerfs sensitifs centripètes ou de nerfs moteurs centrifuges, l'extrémité des fibres nerveuses constitue une origine ou une terminaison nerveuse. Les corpuscules des papilles du derme au niveau de la peau, les corpuscules de Vater du tissu conjonctif sous-dermique sont des exemples des premières ; les arborisations musculaires qu'on a étudiées sous le nom de plaques motrices sont des exemples des secondes.

LE SANG

Liquide rouge, connu de tous, qui circule dans le corps entier et qui, partant du cœur, y revient, le sang vivifie tous les tissus en leur apportant l'oxygène qui leur est indispensable. Le corps humain contient environ, au total, 5 à 6 litres de sang. Si du sang s'écoule hors d'un vaisseau et qu'on le recueille dans un récipient, on voit bientôt un liquide jaunâtre surnager, c'est le sérum, tandis qu'au fond se trouve une masse rétractée, rouge, le caillot, formé par un réseau de fibrine renfermant des globules. C'est le schéma de la coagulation. Nous ne nous occuperons ici que des globules sanguins. On en distingue deux grandes catégories : les globules rouges et les globules blancs.

GLOBULES ROUGES OU HÉMATIES. ⌀⌀ Nos hématies sont rondes, petites (7 μ de longueur), dépourvues de noyau, alors que les globules rouges du sang de la plupart des animaux possèdent un noyau. (On comprend qu'il y a là une notion de grande importance pour la différenciation des taches de sang en médecine légale.) Elles sont biconcaves, assez malléables pour s'étirer quand elles doivent passer dans les vaisseaux d'un calibre inférieur au leur. Elle sont au nombre de 5 millions par millimètre cube de sang. Ce qui caractérise le globule rouge, c'est la présence dans sa composition d'une substance colorante, l'hémoglobine, qui en constitue environ les neuf dixièmes. On dira ailleurs toute l'importance de ce corps dans la vie (Voir *Physiologie*).

GLOBULES BLANCS. ⌀⌀ Ils sont au nombre de 6 000 à 8 000 seulement par millimètre cube de sang. Ils sont de différentes sortes : les lymphocytes (5 à 8 μ), les plus petits de tous, qui forment à peu près le *quart des globules blancs*; les gros mononucléaires (c'est-à-dire à un seul noyau) — environ 1 p. 100, — enfin les leucocytes granuleux ou encore leucocytes polynucléaires (c'est-à-dire à plusieurs noyaux), que, d'après leurs réactions chimiques et leurs affinités pour les matières colorantes, on divise en neutrophiles, acidophiles, basophiles. Les neutrophiles à eux seuls forment près de 75 p. 100 des globules blancs.

Les globules blancs représentent de petites masses douées de mouvements propres qui s'exécutent à l'aide de prolongements, dits pseudopodes, naissant de la masse et s'y réincorporant quand leur rôle est terminé. Le globule rouge ne se trouve jamais (sauf hémorragie) hors du vaisseau où coule le sang.

Le globule blanc est capable de traverser les parois du vaisseau en se glissant dans les intervalles des cellules.

Le globule rouge a un rôle presque passif de convoyeur de l'oxygène.

Le globule blanc assume souvent un rôle actif de défenseur contre les invasions venues du dehors (infections).

CHAPITRE III

LES ORGANES

Tous nos organes sont formés par la juxtaposition, l'intrication parfois en grand nombre, de certains éléments étudiés jusqu'ici.

ORGANES DE LA VIE DE RELATION

CARTILAGE, OS, MUSCLES. ⌀⌀ Comme pièces squelettiques, chez les mammifères et particulièrement chez l'homme, seuls les cartilages costaux sont à l'état cartilagineux pur. Ils sont formés de tissu cartilagineux entouré d'une membrane conjonctive, le périchondre. Ce tissu cartilagineux subit avec l'âge des modifications : les cellules profondes se chargent de graisse, la substance fondamentale est parsemée de petites masses blanchâtres (dégénérescence amiantique).

L'os frais est entouré par le *périoste*, qui ne manque qu'au niveau des surfaces articulaires. C'est une gaine de nature conjonctive qui est indispensable à la nutrition de l'os. Tous les vaisseaux sanguins qui assurent cette nutrition traversent le périoste et lui abandonnent d'ailleurs au passage de nombreuses branches nourricières. Dans les cavités de l'os se trouve la *moelle*, qui est jaune dans les grandes cavités (ex. : l'os à moelle des bouchers), rouge (sternum, extrémités du fémur) ou grise (os du crâne) dans le tissu spongieux. Dans cette moelle osseuse se trouvent en grande quantité des éléments variés, parmi lesquels les globules blancs et rouges déjà étudiés, et d'autres qui sont des stades de formation de ces éléments. La moelle osseuse, en dehors de son rôle dans l'édification du squelette, est donc un organe où le sang se fabrique, un organe « hématopoïétique » des plus importants.

Une articulation, du type de diarthrose, comprend deux pièces osseuses recouvertes, au niveau de leur surface de coaptation, d'un cartilage d'encroûtement (cartilage hyalin) et réunies l'une à l'autre par une capsule articulaire et des ligaments (variété de tissu conjonctif : tissu fibreux). Enfin, à l'intérieur de la capsule se trouvent : 1° la synoviale formée de tissu conjonctif élastique et d'un revêtement que l'on a considéré comme de nature épithéliale ; 2° les bourrelets et les ménisques (tissu fibro-cartilagineux).

Le muscle est formé de faisceaux formés eux-mêmes de fibres. Les faisceaux (primaires, secondaires, tertiaires) sont entourés, ainsi que tout le muscle lui-même, d'une nappe de tissu conjonctif qui indique le chemin, en quelque sorte, aux vaisseaux qui assurent la nutrition du muscle. Enfin le tendon musculaire, formé par la réunion de faisceaux tendineux primitifs (variétés de tissu conjonctif dans laquelle prédominent les faisceaux conjonctifs), d'autres éléments conjonctifs, de vaisseaux et de nerfs, se fixe d'un côté au muscle, de l'autre à un organe fibreux (périoste, gaine du nerf optique, etc.).

SYSTÈME NERVEUX. —— Le système nerveux comprend des organes extrêmement importants. Tous sont formés d'une charpente conjonctive complexe, sur laquelle nous n'insisterons pas, et d'une partie fonctionnelle, de beaucoup la plus intéressante. Dans le

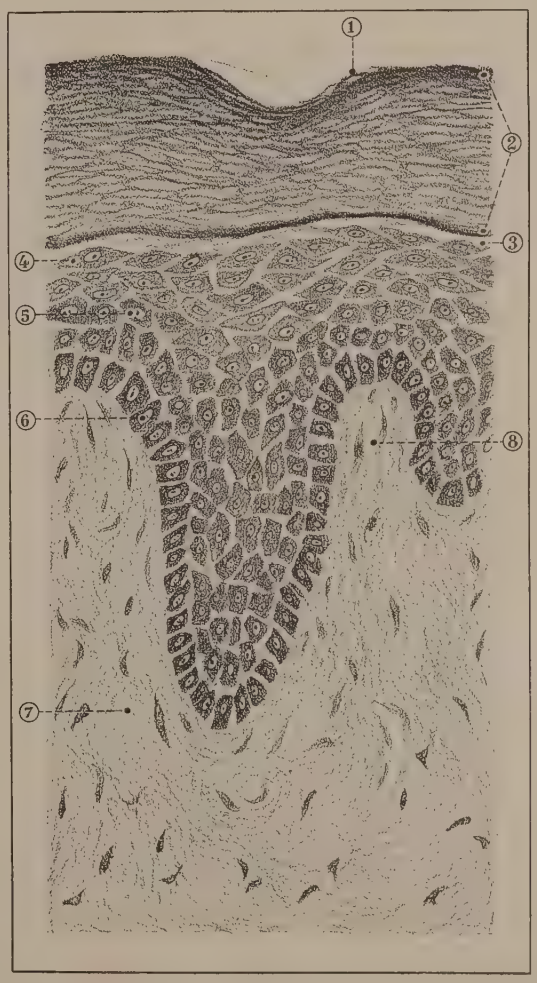


Fig. 9. — PEAU ⌀ Dans cette figure sont représentées les différentes couches de la peau : à la surface, l'épiderme ; dans les profondeurs, le derme. *De 1 à 6 : Epiderme.* — 1. *Stratum disjunctum.* — 2. *Stratum corneum (couche cornée).* — 3. *Stratum lucidum.* — 4. *Stratum granulosum.* — 5. *Corps muqueux de Malpighi.* — 6. *Couche basilaire.* — 7. *Derme.* — 8. *Papille dermique.* (Moreaux, del.)

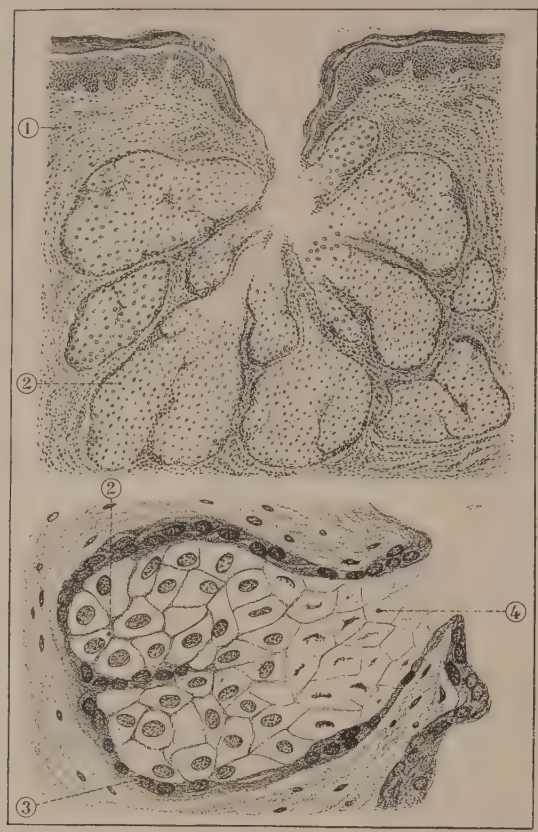


Fig. 10. — GLANDE SÉBACÉE ø Les deux figures représentent : *En haut :* Une glande sébacée. — *En bas :* Une partie de cette glande vue à un plus fort grossissement. C'est le type des glandes holocrines, c'est-à-dire des glandes dont la sécrétion consiste en une véritable destruction des cellules sécrétrices. — 1. *Derme.* — 2. *Lobule glandulaire.* — 3. *Cellules basilaires.* — 4. *Cellules en voie d'excrétion.* (Moreaux, del.)

système nerveux central (moelle, cerveau, etc.), il faut distinguer avant tout la *substance grise* (constituée par les cellules) et la *substance blanche* (constituée par des fibres à myéline, sans gaine de Schwann).

Ganglion rachidien. — Il est formé d'une gaine conjonctive dont la face interne émet des ramifications délimitant des loges. Dans celles-ci sont contenues des cellules de 25 à 90 μ, bourrées de corps de Niss'l. Elles sont en continuité avec une fibre nerveuse à myéline et à gaine de Schwann, divisées en T. L'une des branches de division, qui représente le prolongement cylindre-axile ou cylindre-axe se rend à la moelle; l'autre, qui a la valeur d'un prolongement protoplasmique, vient de la périphérie.

La moelle (cornes grises, au centre, cordons blancs à la périphérie : voir *Anatomie*). — Les cellules nerveuses multipolaires de taille volumineuse qui ont été signalées sont situées dans la tête des cornes antérieures. Dans la substance blanche, dont l'organisation est des plus complexes, se trouvent les fibres qui relient entre eux soit différents étages de la moelle, soit différents étages du système nerveux, soit les organes qui reçoivent les excitations et les centres auxquels elles sont transmises, soit les centres qui émettent les ordres et les organes qui les exécutent. Ce sont les faisceaux et les cordons de la moelle. Le tout est entouré, fixé, contenu par la névroglie (tissu conjonctif). Le tissu conjonctif forme également les méninges de la moelle. Enfin, au niveau du canal de l'épendyme on trouve des cellules très spéciales (cellules épendymaires). D'origine ectodermique et disposées sur un seul rang, elles sont munies de deux prolongements : l'un, très court, se termine à la surface même du canal ; l'autre, très long, après avoir traversé les différentes couches de la moelle, se termine à la face interne de la pie-mère.

Le cervelet. — Il est formé d'une écorce grise et d'un centre blanc (arbre de vie). C'est par conséquent le contraire de ce qu'on voit dans la moelle. C'est dans l'écorce, au niveau de la couche moyenne, que se trouvent certains éléments remarquables, les cellules de Purkinje (fig. 8), à prolongements protoplasmiques très nombreux et très ramifiés.

Le cerveau comprend également, comme on l'a dit plus haut, une écorce grise, mais aussi des noyaux centraux gris. Les cellules caractéristiques du cerveau ou cellules pyramidales sont situées dans la couche moyenne de l'écorce. Les mêmes remarques que pour la moelle sont valables au sujet de la névroglie et des méninges.

La topographie des fibres sensitives et motrices dans les différentes parties de l'axe cérébro-spinal a été étudiée dans la partie anatomique de ce volume.

Organes des sens. — Ils sont caractérisés par l'existence de cellules spécialisées, dites cellules sensorielles, lesquelles sont des cellules épithéliales d'origine ectodermique. Le sens du *toucher* peut être considéré comme lié à la différenciation de certains éléments de la sensibilité générale et, comme tel, sera étudié en même temps que la peau. Les autres sens, goût, ouïe, vue et olfaction, peuvent être représentés schématiquement de la façon suivante : Les organes du goût, de l'ouïe et de la vue possèdent chacun des cellules sensorielles, c'est-à dire des cellules épidermiques différenciées — ce ne sont pas des cellules nerveuses — adaptées à la réception des excitations venues du monde extérieur. Leur partie profonde est en relation avec les prolongements protoplasmiques d'une cellule nerveuse (neurone périphérique), dont le cylindre-axe va s'articuler avec les prolongements protoplasmiques d'un second neurone (neurone sensitif central) situé dans les centres nerveux (bulbe, moelle, protubérance, bulbe olfactif). Toutefois, le neurone central de la vue n'est pas situé dans les centres, mais dans la rétine, qui est donc un véritable centre cérébral.

Le sens de l'*olfaction* ne possède pas de cellules sensorielles. C'est le neurone périphérique lui-même qui est logé dans la membrane pituitaire, lieu de réception des excitations produites par les substances odorantes.

La structure des cellules sensorielles est en rapport avec la nature de l'excitant auquel elles sont sensibles.

Les cellules *auditives* (fig. 11) ont un pôle superficiel, celui qui reçoit les excitations, aplati et muni de poils, type d'organisation en relation avec l'origine mécanique des sensations auditives.

Les cellules *visuelles* sont de deux types, les cônes et les bâtonnets (fig. 12). Les cônes, incolores et jaunâtres, sont particulièrement nombreux au niveau de la tache jaune, région rétinienne où les images se forment avec le plus de netteté. Les bâtonnets sont plus longs et plus grêles que les cônes. Ils sont colorés en rose par une substance spéciale, le pourpre rétinien ou érythropsine, localisé dans leur segment externe. Il y a un rapport étroit entre la constitution des cellules visuelles et les propriétés physico-chimiques de leur excitant naturel, la lumière (Voir *Physiologie*).

L'étude de la peau montrera que les cellules *tactiles* sont à la fois capables de transmettre les excitations nerveuses nées des contacts avec les objets extérieurs et comme protégées contre la violence possible de ces contacts. Quant aux cellules *gustatives*, elles forment par leur assemblage les bourgeons du goût que l'on trouve, au nombre de six à huit, dans les papilles caliciformes de la langue. C'est dans le sillon entourant ces papilles que sont comme nichés ces bourgeons du goût, et cette disposition fait parfaitement comprendre que les sensations gustatives aient leur point de départ dans un milieu liquide : salive, liquides alimentaires. Ceux-ci stagnent un certain temps dans les sillons péripapillaires (*vallum*), ce qui assure un contact étendu et parfait des substances sapides avec les cellules du goût.

LE SYSTÈME SYMPATHIQUE. — Le grand sympathique est formé d'une partie centrale (ganglions, connectifs, rameaux communicants) et d'une partie périphérique (nerfs et ganglions).

SYMPATHIQUE CENTRAL. — Il reproduit assez exactement la structure du ganglion rachidien. On y distingue deux types de cellules moins volumineuses que celles de ce dernier. Les plus petites seraient des cellules motrices, les plus grosses des cellules sensitives. Dans ce ganglion s'entrecroisent de nombreuses fibres nerveuses qui en naissent, y aboutissent ou le traversent. Les unes sont des fibres de Remak ; elles appartiennent en propre au système sympathique ; les autres sont des fibres à myéline, fibres motrices ou sensitives, qui sont des fibres médullaires. Les fibres motrices abandonnent quelques filets autour des cellules motrices du ganglion rachidien. Mais, en général, ces fibres ne font que traverser le ganglion.

Les connectifs, qui réunissent les ganglions entre eux, sont constitués par des fibres de Remak et des fibres à myéline, de même que les rameaux communicants qui mettent en relation la moelle et le sympathique.

SYMPATHIQUE PÉRIPHÉRIQUE. — Il comprend des nerfs et des ganglions. Ce sont en majeure partie des fibres de Remak extrêmement fines qui entourent les vaisseaux, en leur abandonnant des branches ainsi qu'au cœur, aux muscles lisses, aux glandes. Sur le trajet de ces nerfs se trouvent des ganglions (ganglion ophtalmique, ganglion sphéno-palatin, ganglions des plexus cœliaque, intestinaux, etc.).

PEAU

C'est dans la peau que sont logés les organes du tact, de structure différente suivant leur localisation et nommés d'une façon générale corpuscules du tact. La peau comprend de nombreuses assises à chacune desquelles appartiennent des corpuscules du tact de forme spéciale.

Au point de vue des tissus, elle se divise (fig. 9) en deux plans essentiels : un, de nature épithéliale (épiderme) ; un autre, sous-jacent au précédent, de nature conjonctive (derme). L'épiderme comprend différentes couches (*stratum disjunctum*, *stratum corneum*, *stratum lucidum*, etc.) et une substance très particulière, les grains d'éléidine. Ceux-ci donnent naissance à la kératine, à laquelle l'épiderme doit sa résistance.

Le derme se divise en derme proprement dit et en tissu conjonctif sous-cutané. C'est au niveau du derme que se trouvent les origines nerveuses, point de départ des sensations tactiles. Les unes (*corpuscules de Meissner*) sont logées dans des saillies de la région superficielle du derme (papilles dermiques) et sont formées essentiellement d'une charpente conjonctive autour de laquelle s'enroulent en hélice de nombreuses branches nerveuses s'anastomosant en tous sens. Dans le tissu cellulaire

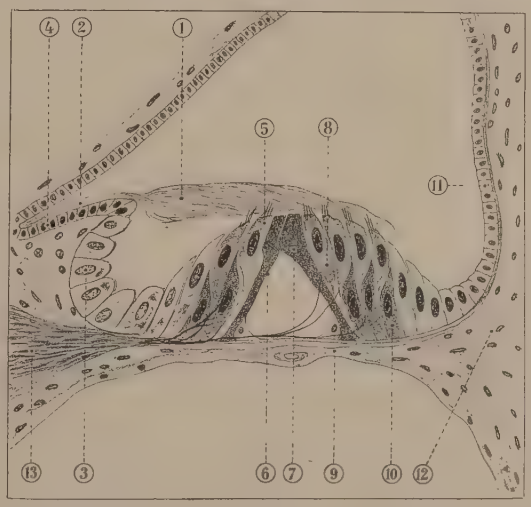


Fig. 11. — CANAL COCHLÉAIRE. Le canal cochléaire est, dans l'oreille, une partie du limaçon. C'est là que se trouvent groupés les éléments les plus importants de l'oreille interne. — 1. *Membrane de Corti.* — 2. *Cuticule de la bandelette sillonnée.* — 3. *Épithélium du sillon spiral interne.* — 4. *Cellules épithéliales recouvrant la bandelette sillonnée.* — 5. *Cellule auditive interne.* — 6. *Pilier interne.* — 7. *Pilier externe.* — 8. *Cellule auditive externe.* — 9. *Membrane basilaire.* — 10. *Cellules de Deiters.* — 11. *Épithélium de revêtement du canal cochléaire.* — 12. *Ligament spiral.* — 13. *Fibres du ganglion acoustique.* (Moreaux, del.)

sous-cutané sont situées d'autres formations tactiles (corpuscules de Vater, de Pacini) que l'on retrouve, sous un aspect différent, dans d'autres formations conjonctives, par exemple dans les tendons (corpuscules de Golgi-Mazzoni). Par conséquent, le tissu conjonctif n'est donc pas uniquement un tissu de soutien, servant de charpente à ce qu'on appelle les éléments nobles des organes (cellules fonctionnelles des glandes par exemple) puisqu'il nous met, par le contact, en relation avec les objets extérieurs, sources d'excitations d'ordre mécanique.

A la peau sont encore annexées un certain nombre de formations : phanères cutanés (ongles et poils) et glandes (glandes sébacées (fig. 10), sudoripares et mammaires).

L'*ongle* correspond à une partie d'épiderme différencié. Son *stratum granulosum*, au lieu d'éléidine, produit une substance spéciale, la substance onychogène. La racine de l'ongle, cachée sous un repli cutané (repli sus-unguéal) et la lunule, cette zone blanche située à la base, constituant toutes deux la matrice, sont le siège essentiel de l'accroissement de l'ongle.

Le *poil* proprement dit, avec sa moelle et sa substance corticale, toutes deux chargées de pigment, est logé dans une disposition de la peau formant une gaine constituée par des couches épidermiques et dermiques. A ce poil est annexé un muscle lisse (muscle arrecteur ou horripilateur) qui, en se contractant, fait redresser le poil. L'expression figurée « horripiler » a donc une origine histo-physiologique souvent insoupçonnée.

Dans l'espace circonscrit par ce muscle et le poil est logée une glande sébacée. Ces glandes n'existent pas dans les régions glabres, sauf quelques rares exceptions. Elles sont tellement solidaires des poils qu'on les appelle quelquefois glandes pileuses ; ces glandes s'ouvrent dans un follicule pileux et déversent leur produit de sécrétion (*sebum*) entre le poil et sa gaine. Cette glande sébacée, dont les cellules se détruisent une fois arrivées au point d'élaboration correspondant au *sebum*, est le type des glandes holocrines, ce qui veut dire que, dans ces glandes, les cellules en entier sont éliminées au moment de l'excrétion.

Quant aux glandes mammaires, leurs cellules perdent, au moment de la sécrétion, une partie de leur cytoplasme contiguë à la lumière de la glande. Elles ne disparaissent donc pas en entier et participent du caractère à la fois des glandes holocrines et des glandes mérocrines. Chez celles-ci, seuls les produits de sécrétion sont excrétés, sans qu'il y ait destruction d'une partie du protoplasme.

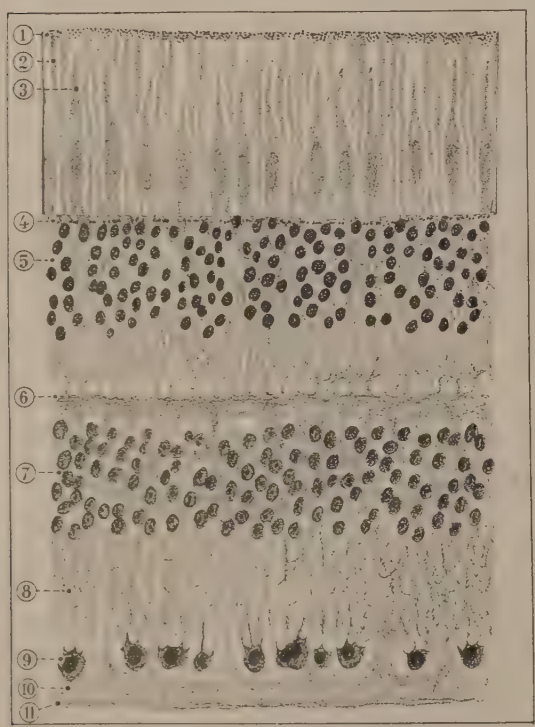


Fig. 12. — LA RÉTINE, MEMBRANE SENSORIELLE DE L'ŒIL. Les couches de la rétine sont au nombre de dix. Les excitations lumineuses se propagent à travers elles, à partir des cônes et des bâtonnets. — 1. *Couche pigmentaire.* — 2. *Bâtonnets.* — 3. *Cônes.* — 4. *Limitante externe.* — 5. *Corps des cellules visuelles.* — 6. *Couche basale.* — 7. *Cellules bipolaires.* — 8. *Plexus cérébral.* — 9. *Cellules multipolaires.* — 10. *Fibres du nerf optique.* — 11. *Limitante interne.* (Moreaux, del.)

ORGANES DE LA VIE DE NUTRITION

Tube digestif et annexes, appareil circulatoire, respiratoire, organes d'excrétion.

TUBE DIGESTIF. La muqueuse de la bouche est formée d'un épithélium pavimenteux stratifié et d'une couche dermique. La muqueuse est directement en contact avec les muscles sous-jacents. Au niveau du pharynx et de l'œsophage elle est séparée du muscle par une couche conjonctive. Au niveau de l'estomac et de l'intestin, on rencontre, en venant de l'extérieur, le péritoine, une tunique musculaire, une couche cellulaire, puis la muqueuse (fig. 13) qui comprend elle-même plusieurs assises (*muscularis mucosæ*, chorion et épithélium de revêtement). A ces différents segments du tube digestif sont annexées des glandes : glandes du fond de l'estomac, glandes pyloriques, glandes intestinales (de Brunner, de Lieberkühn).

On verra plus loin (*Ganglions lymphatiques*) la structure de ce qu'on appelle les follicules clos. Si nous en parlons ici, c'est que ces follicules clos constituent la partie intéressante des amygdales d'une part et, de l'autre, de l'appendice (fig. 13), que bien des auteurs considèrent comme représentant une amygdale située au début du gros intestin.

Les glandes annexées au tube digestif sont nombreuses. Les glandes salivaires sont constituées d'une façon différente suivant qu'elles sont séreuses (parotide), muqueuses (palatine) ou mixtes (sublinguale, sous-maxillaire).

Le *foie* (fig. 13) est formé de lobules, dit lobules hépa-

tiques, centrés par une veine et aux angles desquels on remarque les espaces portes, renfermant artère hépatique, veine porte, canal biliaire, lymphatique et nerf. Chaque lobule est formé par le rayonnement autour de la veine intra lobulaire des cellules hépatiques. La circulation dans le foie est tout à fait spéciale : le sang arrive par la veine porte ; celle-ci se divise en veines périlobulaires qui donnent à leur tour les capillaires intralobulaires. Ces derniers se jettent dans la veine intralobulaire dont les rameaux arriveront à la veine sus-hépatique. C'est un exemple de système capillaire purement veineux.

Le *pancréas* est une glande mixte, à la fois à sécrétion externe (suc pancréatique) et à sécrétion interne. Nous l'examinerons plus loin à ce point de vue. Les cellules de la glande à sécrétion externe sont de deux sortes. Ce sont d'une part de grandes cellules, pyramidales, dont les sommets, qui se touchent, sont dirigés vers la lumière glandulaire. A leur base, le protoplasme est différencié sous forme de bâtonnets recourbés et plus ou moins enchevêtrés (ergastoplasme). Le sommet est bourré de granulations en voie alternativement de formation et d'évacuation dans la lumière glandulaire (grains de zymogène). Outre ces cellules principales, il existe des cellules centro-acineuses autour de la lumière glandulaire, émettant de très fins prolongements qui s'insinuent entre les cellules à sécrétion.

APPAREIL CIRCULATOIRE. Il offre à considérer les vaisseaux sanguins, le cœur, les vaisseaux et ganglions lymphatiques.

VAISSEAUX SANGUINS. — Les *capillaires* sont formés de cellules endothéliales et les plus gros possèdent en outre une tunique conjonctive. Les grosses *artères* comprennent trois tuniques : l'endartère, une tunique moyenne avant tout élastique, une externe de structure conjonctive. C'est la tunique moyenne qui est de beaucoup la plus importante. Les *veines* sont formées d'une tunique interne, endhothéliale, et d'une tunique externe, élastique et musculaire. Ce sont les replis de l'endoveine qui constituent les valvules veineuses.

CŒUR. — Trois constituants, qui sont, de dedans en dehors : l'endocarde, le myocarde, le péricarde. L'endocarde est caractérisé avant tout par un endothélium, le myocarde par des fibres musculaires du type spécial au cœur, le péricarde par un double feuillet séreux endothélial et conjonctif (viscéral et pariétal) renfermé dans un sac fibreux.

Le tissu cardiaque le plus remarquable est le myocarde. Il est formé de fibres anastomosées en réseau. Ces fibres n'ont donc pas la valeur de cellules isolées mais forment un tout indivisible, ce qu'on appelle un *syncytium*.

VAISSEAUX LYMPHATIQUES. — Leur structure est la même que celle des artères, mais on y remarque, en plus, des valvules, disposées par paires, appréciables par des renflements qui donnent au vaisseau l'aspect d'un chapelet.

GANGLIONS LYMPHATIQUES. — Ce sont de petites

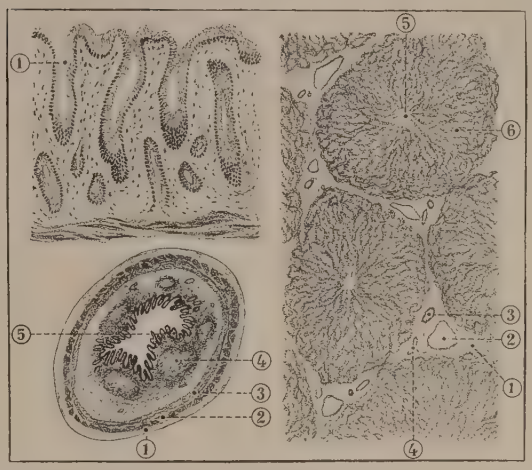


Fig. 13. — ESTOMAC, APPENDICE, FOIE *A gauche, en haut : Muqueuse de l'estomac* avec culs-de-sac glandulaires. Les glandes représentées sont les « glandes du fond » ou glandes du suc gastrique. — 1. *Crypte glandulaire bordée par une rangée de cellules. En bas : Appendice.* — Coupe transversale montrant les différentes couches de l'organe, et au centre sa lumière qui communique avec le gros intestin. C'est un organe très riche en tissu lymphoïde (follicule clos) analogue à celui des amygdales et réagissant facilement aux agents infectieux. — 1. *Péritoine.* — 2 et 3. *Tunique musculaire.* — 4. *Follicules clos.* — 5. *Glandes. A droite : Foie.* — Un groupe de lobules hépatiques. Les lobules sont eux-mêmes formés par les cellules hépatiques. Entre les lobules, les espaces portes. Au centre de chaque lobule, une veine, la veine intralobulaire. Le sang arrive dans le foie par les branches de la veine porte, puis passe dans la veine intralobulaire et de là dans les veines sus-hépatiques. — 1. *Espace porte.* — 2. *Veine porte.* — 3. *Artère hépatique.* — 4. *Canal biliaire.* — 5. *Veine intralobulaire.* — 6. *Réseau vasculaire dans les mailles duquel sont enserrées les cellules hépatiques.* (Moreaux, del.)

masses distribuées le long des vaisseaux lymphatiques, notamment à la racine des membres et au voisinage des organes importants. Ils sont entourés d'une capsule qui envoie dans leur intérieur des cloisons fibreuses qui les divisent en loges. Ces loges constituent la substance lymphoïde (follicules clos) qui est caractérisée surtout par la présence d'une quantité énorme de globules blancs, auxquels le ganglion sert de lieu de naissance. Ces globules blancs se trouvent là à leurs différents stades d'évolution.

Des vaisseaux lymphatiques entrent dans le ganglion par un pôle ; d'autres en sortent au pôle opposé.

APPAREIL RESPIRATOIRE. La *trachée* et les grosses *bronches* (fig. 14) sont formées de plusieurs couches parmi lesquelles on distingue du cartilage, des fibres musculaires, des fibres élastiques et une couche muqueuse, la plus interne. Cette constitution devient plus simple à mesure que le calibre des bronches diminue. Dans la paroi des bronches sont situées des glandes extrêmement nombreuses.

Les plus fines bronches se terminent dans les alvéoles pulmonaires. Ceux-ci sont formés (fig. 14) par une charpente élastique sur laquelle s'étale un réseau de vaisseaux capillaires extrêmement riche et un épithélium aplati.

Fig. 14. — GROSSE BRONCHE ET POUMON ▱ *A gauche :* Coupe transversale d'une grosse bronche. On y remarque un squelette cartilagineux qui permet aux grosses bronches de rester béantes, des muscles et une muqueuse. — 1. *Cartilage.* — 2. *Muscle.* — 3. *Muqueuse.* — 4. *Glandes.* — *A droite :* Épithélium de la muqueuse respiratoire. — C'est à travers cet épithélium que se font les échanges gazeux. Les limites des cellules sont rendues très visibles par une imprégnation au nitrate d'argent. — 1. *Noyau.* — 2. *Plaques anucléées.* — La perte du noyau semble être en rapport avec une adaptation plus étroite de l'élément cellulaire à sa fonction respiratoire. (Moreaux, del.)

La plèvre qui entoure les poumons est formée de deux feuillets qui présentent, de dehors en dedans, une couche de tissu conjonctif et une couche de cellules endothéliales.

APPAREIL URINAIRE. ▱▱ Dans le rein, l'élément capital est le tube urinifère, qui naît dans l'écorce rénale par le corpuscule de Malpighi, sorte de cupule à deux feuillets (capsule de Müller) dans laquelle est logé un peloton de vaisseaux (système porte artériel). Au corpuscule fait suite un système complexe de conduits (tube contourné, anse de Henle, tube de Bellini). Ce sont ces corpuscules et ces conduits qui sont le siège des phénomènes complexes auxquels est due la sécrétion urinaire.

L'uretère et la vessie sont essentiellement constitués de dehors en dedans par une tunique adventice (tissu conjonctif), une membrane musculeuse et une membrane muqueuse.

GLANDES A SÉCRÉTION INTERNE. ▱▱ Les glandes à sécrétion interne élaborent, comme nous l'avons dit, certaines substances qui passent dans la circulation sanguine sans l'intermédiaire d'un canal excréteur. Ces glandes à sécrétion interne sont nombreuses.

GLANDES GÉNITALES. — Les glandes génitales sont des glandes mixtes, c'est-à-dire qui possèdent deux sécrétions, l'une interne, l'autre externe. Celle-ci, qui commande la reproduction, sera étudiée plus loin.

En ce qui concerne la première, ce sont, chez l'homme, certains éléments de la trame conjonctive du testicule, les *cellules interstitielles*, qui sont le siège des phénomènes de sécrétion interne. Elles contiennent de la graisse, des cristalloïdes et du pigment, sauf chez les vieillards, dont les cellules interstitielles ne contiennent plus que du pigment. Ce serait, d'après les idées actuelles, du fonctionnement des cellules interstitielles que dépendent la naissance et la persistance des caractères sexuels mâles, et c'est surtout cette sécrétion interne que s'efforcent de rétablir les différentes méthodes chirurgicales ou opothérapiques de rajeunissement dont on fait présentement grand bruit. Chez la femme, c'est le corps jaune de l'ovaire qui constitue la glande à sécrétion interne. On y trouve des cellules contenant un pigment spécial, la lutéine. Le corps jaune est donc chez la femme ce que sont les cellules interstitielles chez l'homme.

GLANDE THYROIDE. — Le corps thyroïde est primitivement une glande ouverte. C'est un dérivé branchial né de l'épithélium pharyngien. Secondairement, le canal excréteur disparaît : le corps thyroïde est, à partir de ce moment, une glande close, une glande à sécrétion interne. Il est entouré d'une capsule de tissu conjonctif d'où partent des cloisons divisant la glande en lobes. Dans ces lobes se trouvent des vésicules indépendantes les unes des autres. Chaque vésicule est formée d'une très mince membrane circulaire d'environ 1 μ d'épaisseur, à l'intérieur de laquelle sont disposées côte à côte, en cercle, des cellules épithéliales. Parmi celles-ci, il en est de très particulières, les cellules *colloïdes*, bourrées de granulations. Dans la lumière de la vésicule se trouve la substance colloïde, produit de sécrétion des cellules colloïdes. Cette substance séjourne un certain temps dans la lumière des vésicules avant de passer dans la circulation. Outre les vésicules, il existe de place en place de petits amas de cellules sans lumière centrale.

GLANDES PARATHYROIDES. — Elles sont formées de

lobules pleins de cellules épithéliales qui, comme le corps thyroïde, sont des dérivés branchiaux.

Thymus. — Cet organe est en voie de croissance chez l'enfant, jusqu'à deux ans. Il reste alors stationnaire, puis entre en voie de régression. Il est formé d'une substance corticale, externe, et d'une substance médullaire, interne. Dans celle-ci se trouvent des éléments caractéristiques, les *corpuscules de Hassall*. Ils sont formés de cellules épithéliales. Beaucoup d'entre elles sont chargées d'enclaves : graisse, pigment, sels calcaires. Dans la substance corticale se trouvent en très grand nombre des globules blancs. Le thymus est par conséquent un organe lymphoïde, primitivement épithélial. Les *corpuscules de Hassall* sont une persistance de l'état épithélial primitif.

Glande surrénale. — Chacune des deux glandes surrénales, droite et gauche, est formée d'une substance corticale et d'une substance médullaire. La substance corticale, située à la périphérie, est elle-même divisée en plusieurs zones. Parmi les nombreux produits de sécrétion de cette partie de la glande, on distingue de nombreux grains de lécithine. Mais l'injection à l'animal d'extrait de cette substance corticale ne détermine aucune élévation de la pression sanguine. L'extrait de la substance médullaire provoque, au contraire, une élévation notable de la pression sanguine. Cette propriété est due à une substance spéciale, l'adrénaline, dont les grains remplissent les cellules, de type épithélial, de la substance médullaire. Ces cellules portent encore le nom de cellules chromaffines à cause de leur affinité pour les sels de chrome. Ce caractère chimique rapproche d'ailleurs la surrénale d'autres organes chromaffines qui, on l'admet du moins aujourd'hui, sécréteraient également de l'adrénaline. Ces organes sont les paraganglions. Ils sont échelonnés le long du sympathique, par conséquent sur un très long parcours. La substance médullaire surrénale aurait donc la même valeur que ces paraganglions : glande tympanique, glande carotidienne, organe parasympathique de Zuckerkandl, glande coccygienne de Luschka.

D'ailleurs, la substance corticale et la substance médullaire, faisant partie d'un même organe chez les mammifères, sont au contraire séparées chez d'autres vertébrés (sélaciens). Elles sont juxtaposées chez les reptiles. Ce n'est que chez les oiseaux que les deux glandes commencent, par îlots, à fusionner.

Hypophyse. — L'hypophyse, annexe, nous l'avons vu, de la base du cerveau, est formée de deux lobes. Le lobe antérieur, plus volumineux, loge le lobe postérieur dans la concavité que présente sa face postérieure. Il a une structure glandulaire et est formé de cordons épithéliaux, pleins ou creux, constitués de cellules de deux sortes, acidophiles et basophiles (c'est-à-dire présentant une affinité chimique différente, soit pour les substances acides, soit pour les substances basiques). Ces cellules sécrètent une substance spéciale (substance colloïde). Le lobe postérieur ne contient pas de cellules semblables.

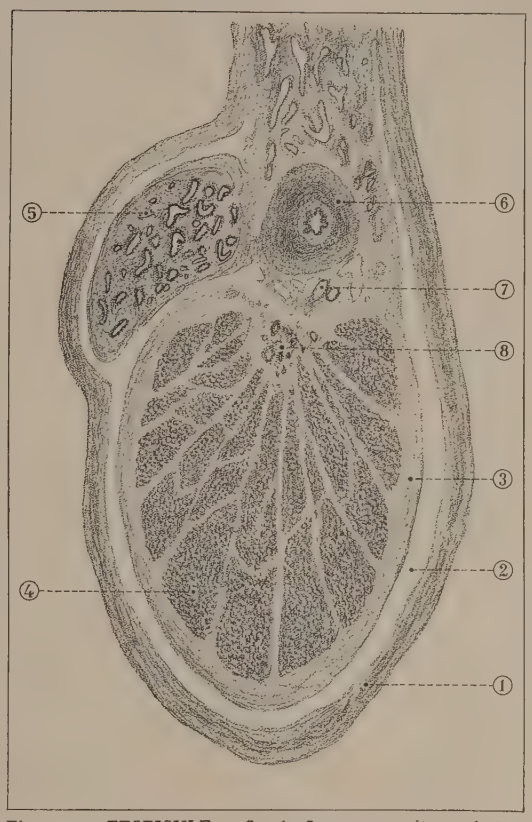


Fig. 15. — TESTICULE. Sur la figure, on voit que le testicule est entouré de plusieurs enveloppes et est cloisonné par des travées de tissu conjonctif. L'épididyme et le canal déférent représentent des voies d'excrétion. C'est dans les lobules que se trouvent les cellules sexuelles. — 1. *Enveloppes du testicule.* — 2. *Cavité de la vaginale.* — 3. *Albuginée.* — 4. *Lobules testiculaires.* — 5. *Épididyme.* — 6. *Canal déférent.* — 7. *Vaisseaux.* — 8. *Corps d'Highmore.* (Moreaux, del., imité de Branca.)

Il est formé de cellules épendymaires et de cellules névrogliques, par conséquent de tissu nerveux. Il n'est d'ailleurs qu'un prolongement du *tuber cinereum* (région cérébrale interhémisphérique située en arrière du chiasma des nerfs optiques), auquel il est appendu par la tige pituitaire.

Rate. — Une capsule conjonctive qui enveloppe la rate émet des cloisons délimitant des loges remplies par la pulpe très richement vascularisée. La pulpe n'a pas partout la même coloration. On distingue une pulpe blanche localisée autour des artères dont elle forme la gaine. Celle-ci s'épaissit par endroits (corpuscules de Malpighi). Elle est formée de tissu réticulé (tissu conjonctif lâche constitué des cellules anastomosées en réseau) dans les mailles duquel on voit de nombreux lymphocytes. Le reste des loges circonscrites par les cloisons émanées de la capsule, partout où n'existe pas la pulpe blanche, est occupé par la pulpe rouge. Dans ses mailles, on trouve tous les éléments figurés du sang tandis que dans la pulpe blanche n'existaient que des

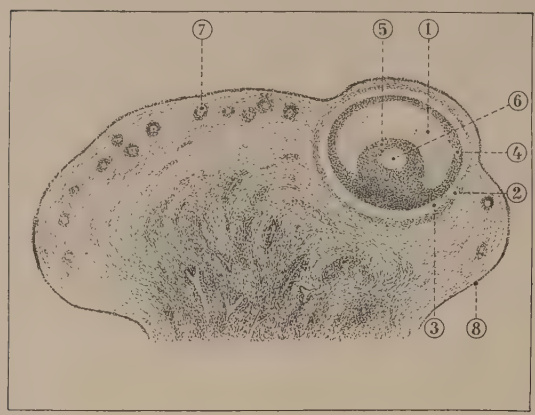


Fig. 16. — OVAIRE × 1. *Follicule de Graaf à l'état de maturité.* — 2. *Thèque externe.* — 3. *Thèque interne.* — 4. *Membrane granuleuse.* — 5. *Cumulus proliger.* — 6. *Ovule.* — 7. *Follicules en voie de croissance.* — 8. *Epithélium de revêtement.* (Moreaux, del.)

lymphocytes. La rate est donc un organe hémopoïétique extrêmement important.

Pancréas. — A côté de la glande à sécrétion externe (voir p. 151), il existe dans le pancréas une glande à sécrétion interne. Celle-ci est constituée par les îlots de Langerhans, qui forment avec les cellules à sécrétion externe les lobules pancréatiques. Ces îlots sont au nombre de 150 par centimètre carré. Ils sont formés de cordons cellulaires pleins qui sont eux-mêmes constitués par des cellules petites et polyédriques. Déjà, ces îlots avaient reçu le nom d'îlots endocrines, et d'eux est née la création du mot *insuline* pour désigner le produit dont on leur attribuait la sécrétion. C'est récemment que celui-ci fut enfin isolé, et il a pris, dans le traitement du diabète et surtout de ses complications, une importance capitale. En résumé, le pancréas est constitué d'une multitude de lobules où sont juxtaposés les groupes glandulaires à sécrétion externe et les îlots de Langerhans.

FONCTIONS DE REPRODUCTION

La structure du *testicule* (fig. 15) est caractérisée par l'existence de canalicules séminipares dans lesquels on trouve deux types de cellules, les cellules de Sertoli, cellules nourricières, et les cellules sexuelles (spermatogonies, spermatocytes, spermatides et spermatozoïdes). Il existe de plus une charpente conjonctive et une enveloppe séreuse (vaginale) qui n'est primitivement qu'un prolongement du péritoine et qui est la plus profonde des enveloppes du testicule dont l'ensemble forme les bourses.

Les voies spermatiques (épididyme, canal déférent, vésicules séminales, canaux éjaculateurs) sont, d'une façon très générale, constituées, de dehors en dedans, par une couche conjonctive, une couche musculaire et une muqueuse.

Le pénis comprend l'urètre autour duquel se disposent des formations érectiles (corps caverneux et corps spongieux) où prédominent les éléments vasculaires (capillaires pour les corps caverneux et veines pour le corps spongieux). Les corps caverneux sont entourés d'une membrane conjonctive extrêmement résistante, l'albuginée.

Parmi les glandes accessoires de l'appareil génital mâle, la plus importante est la prostate. On y trouve, dans les culs-de-sac glandulaires, de petites concrétions de nature azotée (sympexions) qui peuvent être en partie responsables de l'hypertrophie de l'organe, observée fréquemment au cours de la vieillesse.

Dans l'*ovaire* (fig. 16), l'élément essentiel est constitué par les follicules de De Graaf, formés d'une grosse cellule centrale, l'ovocyte, entouré, à l'état adulte, d'une coque transparente (zone pellucide) et d'une série d'autres membranes dont les plus externes sont la thèque interne et la thèque externe. Lorsque l'ovule se détache de l'ovaire, il laisse une sorte de plaie au niveau de laquelle se forme une glande transitoire, le corps jaune, dont nous avons parlé déjà. Les voies génitales (trompe, utérus) comprennent trois couches superposées, et qui sont, de l'extérieur à l'intérieur, conjonctive, musculaire, muqueuse.

En terminant ici cette revue de la constitution histologique de nos organes, nous revenons, en fin de compte, avec l'ovule, au point de départ, à la cellule, commencement d'une vie nouvelle qu'inaugurent la formation et la division d'une cellule unique, l'œuf, né de la fécondation de cet ovule par le spermatozoïde.

TROISIÈME PARTIE

LES FONCTIONS DU CORPS HUMAIN (PHYSIOLOGIE)

PAR LE DOCTEUR LAUMONIER
Professeur à l'École de Psychologie

GÉNÉRALITÉS. ▫ LES FONCTIONS NERVEUSES. ▫ LES FONCTIONS D'INFORMATION. ▫ FONCTIONS D'ENTRETIEN. FONCTIONS ÉNERGÉTIQUES. ▫ FONCTIONS DE RÉGULATION. ▫ FONCTIONS DE DÉFENSE. ▫ FONCTIONS DE REPRODUCTION. ▫ ÉVOLUTION, DURÉE ET VALEUR DE LA VIE HUMAINE.

CHAPITRE I

GÉNÉRALITÉS

L'HOMME ET LA MACHINE. ▫▫ On compare souvent le fonctionnement de notre corps à celui d'une machine à feu. Celle-ci en effet consomme du charbon qui, en brûlant, donne de la chaleur et produit du travail, de la même façon que l'homme absorbe des aliments pour maintenir sa température et exécuter des mouvements. Mais la comparaison ne saurait aller plus loin, car la machine ne peut pas se développer et se réparer par ses propres moyens comme nous le faisons nous-mêmes. En outre, nos différents organes sont composés d'un nombre immense d'éléments anatomiques très petits, les cellules, de formes et de fonctions différentes, qui remplissent chacune un rôle particulier. Une telle complication n'existe pas dans la machine, et c'est pourquoi la précédente comparaison ne peut donner qu'une idée trop grossière du fonctionnement du corps humain.

LA MATIÈRE VIVANTE. ▫▫ On s'en aperçoit en examinant les choses de plus près. Ce qui vit en nous aussi bien que dans l'animal et la plante, c'est la cellule ou, plus exactement, la partie visqueuse et presque incolore qu'elle renferme et qu'on nomme protoplasma. On connaît des êtres élémentaires, les monères (fig. 1), qui se réduisent à un grumeau microscopique de protoplasma. Presque toujours, en outre, on observe au milieu du protoplasma un corps différencié, rond ou ovale, le *noyau*, qui est, lui aussi, vivant. Il semble même que la présence du noyau dans le protoplasma soit nécessaire aux manifestations de la vie. Si, en effet, d'un trait de scalpel, on coupe en deux un infusoire tel qu'un stentor (fig. 2), de manière qu'une seule des parties renferme tout le noyau, on s'aperçoit, au bout de quelques heures, que la partie privée de noyau a dégénéré et s'est détruite, tandis que l'autre partie, nucléée, a continué de vivre et a régénéré la forme primitive de l'infusoire. Cette faculté de régénération et de croissance est propre à la matière vivante.

Toute matière vivante est un colloïde. On appelle colloïde (ressemblant à la colle) une émulsion stable de substances insolubles dans le milieu considéré, l'eau généralement, substances dont les particules très fines sont maintenues en suspension par leur charge électrique. Si quelque action physique (chaleur, radiations) ou chimique (acides, bases, poisons) intervient d'une façon suffisamment intense, l'équilibre est rompu ; les particules, n'étant plus maintenues en suspension, précipitent (floculation) ou se prennent en masse (coagulation) et le colloïde est détruit. Mais un colloïde, après avoir été détruit, peut redevenir colloïde comme auparavant. C'est ainsi que certains petits animaux, les rotifères et les tardigrades notamment, deviennent semblables à des corps inertes quand ils ont été desséchés ; mais, si on les humecte d'eau ou si on les place sur la mousse humide, ils manifestent de nouveau leur activité vitale. Cependant les colloïdes ne possèdent pas toutes les propriétés de la matière vivante, car ils sont incapables de se multiplier spontanément comme le fait celle-ci.

Tous les corps possèdent, plus ou moins, la propriété de réagir aux excitations, et chacun à sa façon. Prenons un petit morceau de craie et versons sur lui quelques gouttes d'acide chlorhydrique ; il se produit une vive effervescence : la craie et l'acide chlorhydrique ont réagi en manifestant leurs propriétés respectives. Seulement il n'y a plus, après l'expérience, ni craie, ni acide chlorhydrique, mais du chlorure de calcium, de l'acide carbonique et de l'eau. En manifestant leurs propriétés, la craie et l'acide se sont détruits et ont donné naissance

Fig. 1. — MONÈRE ▫ Petit grumeau de protoplasma vivant, sans noyau différencié, étalé sur une lame de verre dans une goutte d'eau. Fort grossi. (Moreaux, del., d'après Haeckel.)

à des corps différents d'eux. Prenons maintenant du moût sucré, auquel nous ajoutons, dans des conditions convenables de température, un gramme de levure vivante. Les deux substances en présence vont à leur tour réagir. Au bout de plusieurs jours, reprenons ce qui était le moût sucré et examinons-le. Il n'y a plus de sucre; à sa place, nous trouvons de l'alcool, de la glycérine, de l'acide carbonique, car le sucre, substance non vivante, s'est comporté comme la craie et a disparu. Mais la levure vivante est toujours là. Non seulement elle ne s'est pas détruite en manifestant sa propriété de faire fermenter le moût, mais encore elle a augmenté de masse ; c'est-à-dire que, au lieu de n'en retrouver qu'un gramme après l'expérience, nous en retrouvons deux, trois et plus. Voilà la véritable caractéristique de la matière vivante : elle réagit aux excitations, non pas en se détruisant, comme les corps bruts, mais en faisant sa propre synthèse, en assimilant (*ad similare*, rendre semblable) certains matériaux du milieu qu'elle rend identiques à elle-même. La levure donne de la levure et non du champignon, comme le hareng donne du hareng et non de la sardine. Cette propriété spécifique de la matière vivante d'assimiler et de s'accroître en fonctionnant a été désignée par le biologiste français Félix Le Dantec sous le nom d'*assimilation fonctionnelle*. Elle est la clef de toute la biologie et on ne peut comprendre le mécanisme intime des phénomènes physiologiques qu'à la condition de l'avoir toujours présente à l'esprit. L'expérience précédente permet ainsi de constater qu'il n'y a que de lointaines analogies entre le fonctionnement d'une machine et celui de notre corps.

L'ORGANISME HUMAIN, COLLECTIVITÉ ORGANISÉE. ▫▫ Notre corps, comme celui des animaux et des végétaux, est formé d'un nombre immense de cellules, qui s'organisent en tissus et en organes ; chaque organe renferme toujours plusieurs espèces de cellules et remplit néanmoins une fonction particulière qui rentre dans le cadre du fonctionnement d'ensemble, lequel est proprement notre vie. Il faut se garder de croire que l'organe d'une fonction soit aussi délimité que l'anatomie le laisse supposer. Par exemple, l'organe de la fonction digestive n'est pas uniquement composé de la bouche et des dents, de l'œsophage, de l'estomac et des intestins avec leurs glandes annexes ; il comporte également des vaisseaux sanguins et lymphatiques, des ganglions et des filets du système nerveux sympathique, des nerfs et des centres du système nerveux cérébro-spinal. C'est pourquoi, dans toute fonction, il faut distinguer son travail spécial — ici la digestion — de l'excitation qu'elle reçoit pour accomplir ce travail et qui dépend de fonctions plus élevées, plus générales ; d'une part la circulation sanguine que règle le système nerveux sympathique, de l'autre l'action des centres nerveux de la moelle, du bulbe et du cerveau. Mais, réciproquement, ces fonctions générales, régulatrices et directrices, subissent l'influence des fonctions spéciales, car, si le travail de la digestion n'était pas accompli, si les aliments n'étaient pas digérés et absorbés, le sang ne pourrait plus fournir aux cellules du système nerveux les aliments nécessaires à leur assimilation fonctionnelle, donc à l'exercice de leur rôle régulateur et directeur. Par conséquent, il existe, entre toutes les fonctions, non seulement hiérarchie, mais aussi interdépendance et solidarité étroites.

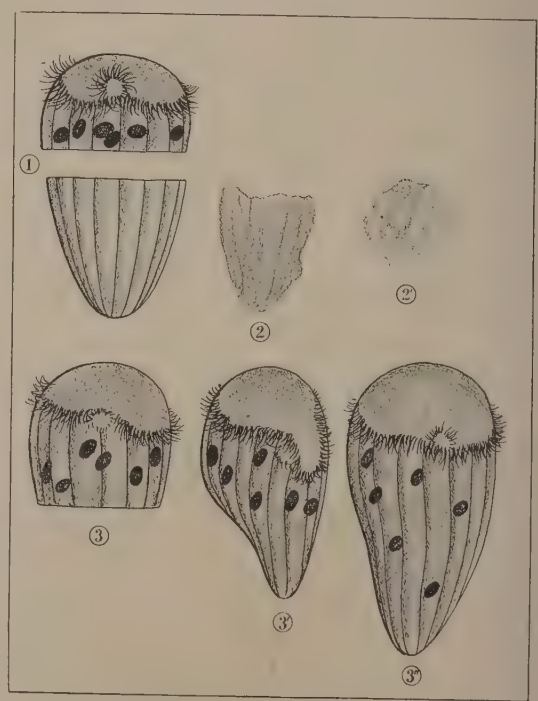


Fig. 2. — MÉROTOMIE ▫ 1. *Infusoire coupé en deux d'un trait de scalpel : la partie supérieure renferme le noyau, la partie inférieure est anucléée. — 2. 2'. La partie inférieure anucléée dégénère. — 3'. 3''. 3'''. La partie supérieure qui renferme le noyau régénère l'infusoire dans sa forme primitive.* (Moreaux, del., d'après Le Dantec modifié.)

Or, nous avons sous les yeux une organisation tout à fait analogue, celle des grands Etats modernes. Admettons donc que l'organisme humain normal est une collectivité organisée de cellules comme l'État est une collectivité organisée d'individus et comparons-les.

Tout bon citoyen se rend à peu près compte de la manière dont fonctionne la société dans laquelle il vit, tandis que le fonctionnement de notre organisme lui est beaucoup moins familier. Mais il comprendra sans doute mieux le fonctionnement physiologique si on lui dit que le rôle des cellules de notre appareil respiratoire et digestif, chargé de fixer l'oxygène de l'air et d'élaborer les aliments, est analogue à celui de nos agriculteurs, de nos pêcheurs, de nos mineurs, de nos ouvriers, qui rassemblent et façonnent les matières premières indispensables à la vie collective. De même, il saisira la signification de la fonction circulatoire si, ayant soin de faire une distinction entre le sang et les vaisseaux dans lesquels celui-ci circule, on compare le premier aux marchandises et aux richesses et les seconds, artères et veines, aux routes, voies ferrées, canaux, lignes de paquebots, etc., grâce auxquels se fait le trafic de ces marchandises et de ces richesses. Aucune activité sociale qui ne soit ainsi représentée dans notre économie physiologique. Celle-ci a, pour assurer son intégrité, ses défenses intérieures et extérieures, comme l'État a sa police et son armée ; elle possède son gouvernement central, ses administrations locales, son trésor, ses appareils d'information et de régulation, comme l'État a les siens. Enfin, toujours comme l'État, notre organisme présente des agitations et des troubles locaux et passagers, subit des révolutions intérieures et des invasions étrangères, qui sont nos accidents, nos indispositions et nos maladies. Mais nous n'avons à considérer ici que le fonctionnement régulier d'un organisme sain.

Dès l'école, l'enfant apprend les faits essentiels de l'histoire de son pays et est instruit des principaux rouages de son organisation politique, économique et sociale. L'adulte nécessairement les connaît bien mieux encore. Qu'il se rappelle leur jeu et que tous ont leur expression dans les diverses particularités de notre vie corporelle et il prendra de la physiologie, dont l'étude lui paraît un peu ardue, une vue sommaire, mais suffisamment juste et intéressante pour qu'il aborde son étude avec curiosité.

CHAPITRE II

LES FONCTIONS NERVEUSES

L'HOMME ne mène pas, dans la société, une existence strictement indépendante. S'il doit pourvoir à ses besoins personnels de nourriture, d'habillement, de logement, etc., il est également tenu de remplir certaines charges et d'obéir aux lois que lui impose l'état social. Il a donc à la fois une vie individuelle et une vie collective. Il en est exactement de même des cellules de notre corps ; leur vie, comme la nôtre, dépend de leurs relations avec l'ambiance et avec un grand nombre d'autres éléments anatomiques.

En effet, notre corps est plongé dans un milieu dont les modifications incessantes réagissent sur lui, attendu que l'activité de nos cellules n'est pas spontanée, mais provoquée par une excitation extérieure à elles.

Cette excitation peut se transmettre directement par le moyen du sang, mais comment les cellules recevraient-elles celle qui provient de l'ambiance, puisqu'elles sont enfouies dans le sac clos de l'organisme? Il faut donc qu'il existe, entre elles et le milieu, un organe intermédiaire, chargé de recueillir les excitations, de les élaborer et de les transmettre aux appareils capables d'y répondre. Cet organe, c'est le système nerveux. Il est l'analogue d'un gouvernement qui, recevant par ses agents d'information — qui sont chez nous principalement les organes des sens, — les nouvelles de partout, les arrange, les classe et les communique aux citoyens

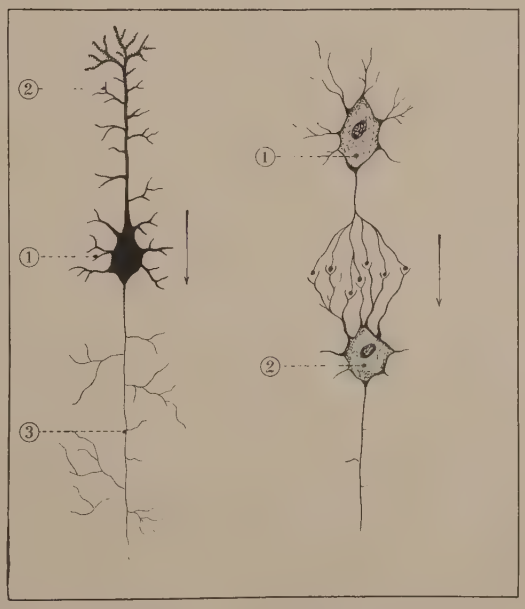


Fig. 3. — NEURONE ET CONNEXIONS DES NEURONES ø *A gauche :* Neurone. 1. *Corps cellulaire.* — 2. *Arborisations protoplasmiques ou chevelu.* — 3. *Axone ou cylindraxe.* ø *A droite :* Connexions des neurones. — *Les terminaisons axoniques de* 1 *sont enveloppées par le chevelu de* 2. — Les flèches indiquent la direction suivie par l'influx nerveux. (Moreaux, del.)

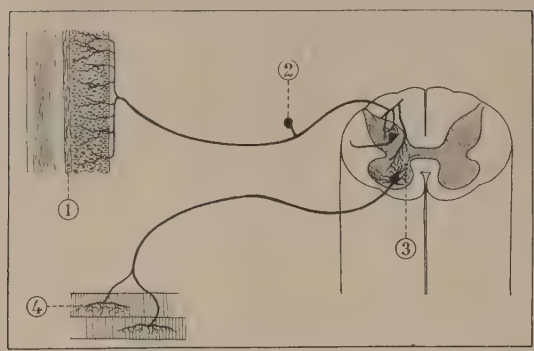


Fig. 4. — SCHÉMA D'UN RÉFLEXE MÉDULLAIRE SIMPLE. *L'excitation, partie de la peau, 1, traverse le neurone sensitif périphérique dont le corps est en 2, passe, au niveau de la moelle, dans le neurone moteur périphérique dont le corps cellulaire est en 3, et aboutit enfin au muscle 4.* (Moreaux, del., d'après Van Gehuchten.)

pour que ceux-ci agissent en conséquence et chacun suivant sa tâche propre.

De même qu'il y a, dans l'État, un gouvernement central et des administrations locales qui lui sont plus ou moins subordonnées, ainsi, dans l'organisme, on rencontre un système nerveux central, dirigeant l'ensemble du fonctionnement et qu'on appelle *système nerveux de la vie de relation*, et un système nerveux sympathique, dit *système nerveux de la vie végétative*, parce qu'il règle la nutrition des tissus. Dans un État bien organisé, il n'y a pas de conflit entre le gouvernement et les autorités locales ; il n'y en a pas davantage dans un corps vigoureux, parce que les deux systèmes nerveux vivent en étroite collaboration et ne forment en réalité qu'un tout dirigeant. Néanmoins, pour la commodité de l'exposition, nous les étudierons séparément.

FONCTIONS DU SYSTÈME NERVEUX DE LA VIE DE RELATION

LA VIE DES NEURONES

Le tissu nerveux se compose de petits éléments appelés *neurones*. Chaque neurone (fig. 3) comprend un corps cellulaire, muni de deux sortes de prolongements, le *chevelu* et l'*axone* ; celui-ci, cylindrique au lieu d'être arborescent comme le premier, peut atteindre parfois une grande longueur, un mètre et plus. Cependant, ces prolongements font partie intégrante du neurone car, si l'on vient à les sectionner, la portion séparée du corps cellulaire se détruit, comme se détruit, dans l'expérience du stentor rapportée plus haut, le morceau d'infusoire privé de noyau. Le neurone est donc une individualité organique, mais c'est une individualité singulière. Si elle ne fonctionne, comme toutes les autres cellules, que sous l'influence d'une excitation, il faut que cette excitation lui arrive par le chevelu et non par l'axone ; celle-ci parcourt donc le neurone toujours dans le même sens et y crée une force désignée sous le nom d'*influx nerveux*, lequel n'est pas sans analogie avec le courant électrique. En outre, pour que l'excitation mette en jeu l'activité du neurone, il est nécessaire qu'il la reçoive d'une autre cellule impressionnable, avec laquelle il se trouve, non pas en continuité, mais en *contiguïté*, à la manière de la main tenant un objet, et c'est à l'articulation de cette autre cellule et du chevelu que se fait la transformation de l'excitation en influx. A son tour, cet influx se communique de la même façon à un autre élément, soit un neurone, soit une cellule réagissante musculaire ou sécrétoire. Le plus remarquable est que le chevelu du neurone possède une certaine mobilité ; il peut entrer en expansion ou en rétraction comme les pseudopodes des amibes, d'où le nom, donné à cette propriété, d'*amiboïsme des neurones*. L'extension et la rétraction se font, semble-t-il, surtout sous des influences chimiques. Quand le chevelu est en extension et entre ainsi en contact avec l'élément anatomique voisin, l'excitation ou influx, passe ; si, au contraire, il est en rétraction, l'excitation ne peut plus se transmettre puisqu'il y a perte de contact avec l'élément voisin excité. Ainsi la morphine fait disparaître la douleur, non point parce qu'elle guérit la lésion en cause, mais parce qu'elle rétracte le chevelu des neurones qui nous font percevoir l'excitation sous une forme pénible. Physiologiquement, l'influx jouit de la propriété d'établir et de maintenir les contiguïtés, propriété que possède également l'électricité. Le rôle de l'amiboïsme est en somme comparable à celui du contact qui ouvre ou ferme les communications télégraphiques ou téléphoniques.

Cependant l'amiboïsme est loin d'appartenir à tous les neurones ; en dehors peut-être des neurones cérébraux, beaucoup en sont privés et leur contiguïté se trouve, par suite, fixée une fois pour toutes ; d'autres la perdent peu à peu en raison de leur activité. En effet, le passage de l'influx provoque l'assimilation fonctionnelle qui laisse des déchets. Certains de ceux-ci sont insolubles et se déposent de préférence aux articulations des neurones. Donc, plus les neurones sont actifs, plus aussi augmente l'accumulation des déchets insolubles, qui diminue l'amiboïsme et immobilise finalement le chevelu dans ses contiguïtés, de telle sorte qu'un chemin permanent et invariable est progressivement créé au passage de l'influx.

En résumé, les fonctions des neurones dépendent de deux conditions : l'amiboïsme, qui fait la variété et la richesse des communications qu'ils peuvent entretenir, et la consolidation de la contiguïté par la répétition de l'excitation qui organise un passage fixe à l'influx et explique, comme on le verra plus loin, l'automatisme.

FONCTIONS DES NERFS

Ce sont les prolongements, chevelu et axone, des neurones qui forment les nerfs. Émergeant de plusieurs

corps cellulaires, ils se réunissent et s'entourent d'une gaine, laquelle se charge d'une substance blanchâtre voisine des graisses, la *myéline* (Voir *Histologie*, fig. 7, p. 145). Les nerfs sont donc ordinairement blancs, mais ceux qui se trouvent dépourvus de myéline paraissent gris comme les corps cellulaires. Aussi distingue-t-on, dans le tissu nerveux, des parties blanches et des parties grises, celles-ci répondant surtout aux centres nerveux, c'est-à-dire aux points où sont accumulés les corps cellulaires.

Les nerfs sont essentiellement des conducteurs d'influx et possèdent les deux propriétés nécessaires à cette fonction : l'*excitabilité* et la *conductibilité*.

Être excitable, c'est réagir par une modification à une action extérieure, et l'agent capable de déterminer cette modification s'appelle *excitant*. Il y a plusieurs catégories d'excitants du nerf : mécaniques (pincement, choc, traumatisme), physiques (chaleur, lumière, électricité), chimiques (acide, base, poison, médicament). Tous ces excitants produisent le même résultat : ils créent l'influx nerveux.

Les nerfs conduisent l'influx comme les fils métalliques conduisent le courant électrique, mais suivant une direction variable. Dans le neurone, on l'a vu, l'influx va toujours du chevelu à l'extrémité de l'axone. Selon que les nerfs sont formés des prolongements de chevelus ou d'axones, ils transportent l'influx, dans le premier cas de la périphérie vers le centre et sont dits centripètes ou *sensitifs*, dans le second du centre vers la périphérie et sont dits centrifuges ou *moteurs*. Par suite, un nerf sensitif ne saurait être centrifuge ni un nerf moteur centripète. A noter que la vitesse du parcours de l'influx, vitesse qui oscille entre 27 et 132 mètres par seconde, est toujours plus élevée dans le nerf centripète que dans le nerf centrifuge ; elle est modifiée en outre par diverses circonstances et notamment la température, car la chaleur l'augmente et le froid la diminue.

Les nerfs possèdent une autre propriété, l'*énergie spécifique*, qui consiste en ceci : quel que soit l'excitant, la réaction consécutive est toujours la même pour le même nerf. Quand on reçoit un coup sur l'œil, on éprouve une sensation lumineuse : d'où l'expression populaire « voir trente-six chandelles ». En effet, le choc supporté par l'œil réagit sur la rétine, qui ne peut donner qu'une sensation de lumière, comme l'excitation du nerf gustatif ne peut aboutir qu'à une sensation de saveur et l'excitation d'un nerf moteur qu'au mouvement.

Puisque la conductibilité s'opère, dans le même nerf, suivant une direction invariable, la section d'un nerf quelconque permet de reconnaître à quelle catégorie il appartient, car si cette section détermine la perte de la sensibilité ou *anesthésie*, il s'agit d'un nerf sensitif ou centripète, et si elle détermine la *paralysie*, d'un nerf centrifuge ou moteur. C'est grâce à de telles expériences qu'on est arrivé à fixer la nature et la provenance des nerfs. En effet, dans un nerf coupé, le bout périphérique dégénère en remontant du point sectionné vers la partie terminale et cette dégénérescence explique justement soit l'anesthésie, soit la paralysie consécutives. Au contraire, le bout central, celui qui reste en continuité avec le centre, demeure intact. Pourquoi cette différence? Parce que le bout périphérique est séparé de son corps cellulaire, qui est son centre nutritif, alors que le bout demeuré en continuité avec celui-ci continue de vivre ; c'est aussi la raison pour laquelle le bout central peut, après la section, régénérer petit à petit la partie détruite. Il arrive cependant, dans les mutilations graves, que la dégénérescence devienne ascendante et gagne le corps cellulaire ; mais la destruction du corps cellulaire d'un neurone ne détermine jamais par elle-même la destruction des neurones adjacents, ce qui prouve bien que les neurones sont en contiguïté et non en continuité les uns avec les autres.

Beaucoup de nerfs sont *mixtes*, renferment à la fois des filets centripètes et des filets centrifuges : tels sont les nerfs rachidiens. Si nous venons à en sectionner un, nous obtenons à la fois l'anesthésie et la paralysie de la région qu'il innerve, parce que toutes les fibres, centripètes et centrifuges, sont coupées de leur corps cellulaire ; si, aussitôt après la section, on excite le bout périphérique, on provoque des mouvements mais non

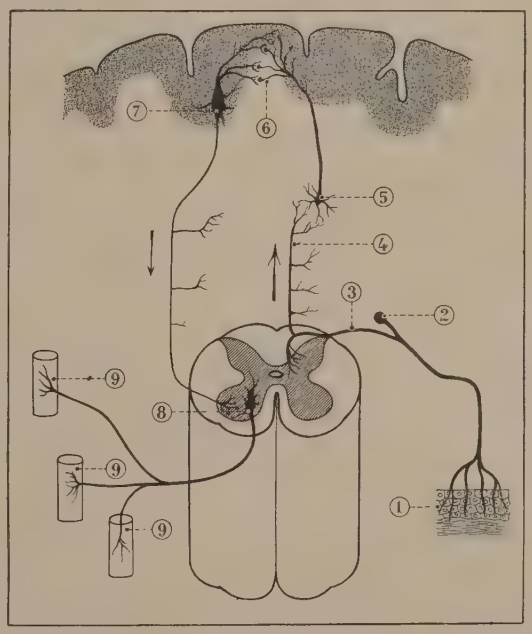


Fig. 5. — SCHÉMA D'UN RÉFLEXE CÉRÉBRAL ∅ Comme dans la figure précédente, *l'excitation, partie de la peau* 1, *traverse le neurone périphérique sensitif* 2, *dont l'axone* 3, *au lieu de s'articuler avec le neurone moteur périphérique dans la moelle, remonte par une de ses collatérales* 4, *et entre en connexion avec le neurone sensitif central* 5 ; *l'axone de celui-ci remonte dans l'écorce cérébrale et s'y articule, en* 6, *avec le chevelu d'un neurone moteur central* 7; *l'axone de ce dernier, à son tour, s'articule avec le neurone moteur périphérique*, 8, *dont l'axone enfin aboutit aux muscles* 9. — Les flèches indiquent la marche de l'influx nerveux. (Moreaux, del., d'après Laumonier.)

de la douleur ; tandis que si l'on excite le bout médullaire on provoque de la douleur mais point de mouvement dans la région intéressée. Cette expérience démontre l'invariabilité du cours de l'influx qui va de la périphérie vers le centre dans les fibres sensitives, et du centre vers la périphérie dans les fibres motrices.

En outre de ces propriétés, les nerfs possèdent le pouvoir soit de modérer ou d'empêcher, par leur activité, celle de certains nerfs : c'est la *fonction d'arrêt* ou inhibitrice ; soit, au contraire, d'accroître l'énergie fonctionnelle de certains autres : c'est la *dynamogénie*.

Enfin l'excitation faible mais répétée d'un nerf produit une réaction plus marquée qu'une seule excitation forte, parce que les excitations *s'additionnent*. De plus, l'activité du nerf est *rythmique*, c'est-à-dire séparée par des intervalles de repos. En effet, les excitations motrices ne peuvent dépasser quarante par seconde, ce qui signifie qu'entre chaque excitation doit s'intercaler une phase d'inactivité ou de repos. De leur côté, les cellules cérébrales ne peuvent recevoir ni transmettre, dans le même temps, plus de dix excitations. Quand le nombre des excitations par seconde dépasse ce chiffre, il y a fusion des impressions qu'on ne peut plus séparer les unes des autres, et c'est sur cette constatation qu'est basé le cinématographe.

FONCTIONS DE LA MOELLE

La moelle a été décrite au chapitre anatomique de cet ouvrage. Rappelons seulement que sa section montre qu'elle est formée d'une partie blanche périphérique et d'une partie grise centrale ; celle-ci dessine vaguement la forme d'un H et présente deux cornes antérieures et deux cornes postérieures. De chacune de ces cornes s'échappe un tronc nerveux ou *racine* : la racine postérieure ou sensitive porte un renflement appelé *ganglion spinal*, dont est dépourvue la racine antérieure ou motrice. Ces deux racines se réunissent ensuite pour former le nerf rachidien.

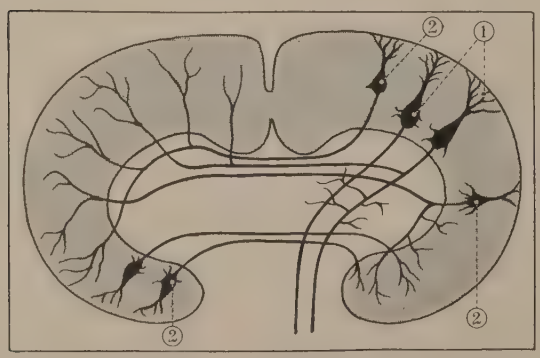


Fig. 6. — NEURONES D'ASSOCIATION ø 1. *Neurones moteurs centraux.* — 2. *Neurones d'association faisant communiquer les deux hémisphères cérébraux.* (Moreaux, del., d'après Laumonier.)

Soit un objet brûlant venant au contact du doigt. La modification que la chaleur détermine crée l'influx dans les terminaisons du chevelu qui innervent la peau et cet influx gagne d'abord le corps cellulaire du neurone, logé dans le ganglion spinal de la racine postérieure, puis son axone, qui est en contiguïté avec le chevelu d'un autre neurone dont le corps cellulaire est placé dans la corne antérieure de la moelle ; l'axone de ce dernier neurone sort de la moelle par la racine antérieure motrice et aboutit à une fibre musculaire, laquelle réagit en se contractant. La conséquence est un mouvement de retrait qui s'opère automatiquement pour éviter l'objet brûlant. Le premier neurone est dit *neurone sensitif périphérique*, parce qu'il reçoit les impressions venues de l'extérieur ; le second *neurone moteur périphérique*, parce qu'il réagit à l'impression transmise en provoquant un mouvement extérieur. L'activité de cette chaîne, surface sensible-neurone sensitif périphérique-neurone moteur périphérique-appareil moteur, produit le phénomène nerveux le plus simple, le *réflexe médullaire*, qui est immédiat, invariable et involontaire, la réponse étant toujours la même pour une excitation portant au même endroit et le geste consécutif s'accomplissant sans que nous le voulions.

Si nous prenons conscience de la brûlure, c'est-à-dire si l'impression se transforme en perception, la chaîne du réflexe sort de la moelle pour parvenir au cerveau. Par les collatérales de l'axone du neurone sensitif périphérique, l'influx en effet passe, toujours par le même mécanisme, dans les neurones sensitifs centraux, dont le dernier met son axone en communication avec le chevelu des neurones moteurs centraux de l'écorce cérébrale, nommés *cellules pyramidales* à cause de la forme de leur corps cellulaire ; ces derniers, par leur axone, se trouvent en contiguïté avec le neurone moteur périphérique médullaire, qui actionne enfin tel ou tel muscle. En outre, entre les neurones centraux de l'écorce cérébrale, il existe des *neurones d'association* qui font communiquer les divers étages et les deux hémisphères cérébraux. On voit que, dans ce *réflexe cérébral*, le parcours de l'influx est beaucoup plus considérable. Par suite, le réflexe cérébral n'a plus les mêmes caractères que le réflexe médullaire ; la réponse est moins rapide parce que l'influx a à parcourir un trajet plus étendu, et elle n'est pas invariable en raison des contiguïtés multiples et diverses que les neurones centraux peuvent contracter ; dès lors, on ne saurait prévoir exactement et sûrement la réponse qui se produit. C'est précisément la variété possible et imprévisible de la réponse au moyen de muscles obéissant à la volonté qui a fait donner à ce réflexe le nom de *réflexe volontaire*.

Mais, suivant l'intensité de l'excitation, le phénomène du réflexe peut se compliquer beaucoup, même si nous n'en prenons pas conscience, car l'excitation arrive à gagner des muscles du même côté et du côté opposé du corps, grâce aux collatérales des neurones sensitifs périphériques et à l'existence de *neurones d'association*

intermédullaires qui mettent en rapport les différents étages de la moelle. Cette agitation motrice réflexe obéit à des lois que l'on peut résumer ainsi : quand l'excitation est faible, la réaction se limite aux muscles de la région considérée (loi de localisation) ; quand elle est un peu plus forte, elle fait intervenir les muscles des régions voisines, du même côté que le point excité (loi d'unilatéralité) ; quand elle est forte, elle met en action les muscles symétriques du côté opposé (loi de symétrie) ; quand enfin elle est très forte, elle intéresse presque tous les neurones moteurs de la moelle et provoque des mouvements généralisés (loi d'irradiation et de généralisation).

La partie grise de la moelle, formée surtout de corps cellulaires de neurones, renferme les centres des réflexes médullaires que nous venons d'étudier ; la partie blanche, formée de fibres nerveuses à myéline, est la partie conductrice qui dirige l'influx, tantôt vers les centres supérieurs, tantôt vers la périphérie. Dans les cordons postérieurs situés entre les deux racines postérieures des nerfs rachidiens, les fibres nerveuses sont centripètes et transmettent l'influx aux centres encéphaliques ; dans les cordons antérieurs, situés entre les deux racines antérieures, elles sont centrifuges et transmettent l'influx aux éléments moteurs. Quant aux cordons latéraux, situés de chaque côté entre la racine antérieure et la racine postérieure, ils renferment à la fois des fibres centripètes et des fibres centrifuges.

Par suite de ces dispositions, si l'on sectionne la moelle au-dessous du bulbe, les mouvements volontaires sont supprimés, mais les réflexes médullaires persistent et se produisent avec une plus grande intensité. On ne peut expliquer ce phénomène que par l'action modératrice que le cerveau exerce normalement sur ces réflexes. Or, cette influence modératrice est bien plus marquée chez l'homme que chez les animaux, ce qui dépend, non seulement du développement considérable des hémisphères cérébraux dans l'espèce humaine, mais aussi de l'éducation frénatrice à laquelle nous sommes soumis depuis des milliers d'années.

FONCTIONS DE L'ENCÉPHALE

L'encéphale (fig. 7) est l'ensemble des parties nerveuses contenues dans la boîte cranienne faisant fonction d'organe protecteur ; il représente un prolongement de la moelle différencié en cinq renflements : 1° le bulbe ; 2° le cervelet et la protubérance annulaire ; 3° les tubercules quadrijumeaux ; 4° les corps optostriés et 5° les hémisphères cérébraux. Tous, comme la moelle, sont enveloppés par les méninges et baignent dans le liquide céphalo-rachidien qui pénètre jusque dans les ventricules, continuation et dilatation du canal médullaire ; tous également renferment des parties blanches et des parties grises, remplissant respectivement les mêmes fonctions que dans la moelle, car, quelque compliquées et changeantes que soient les

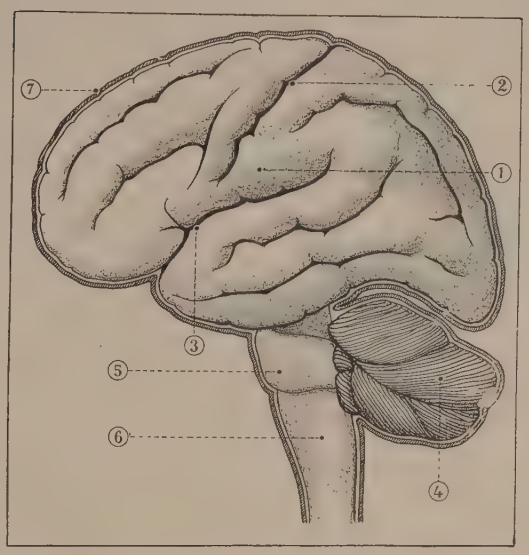


Fig. 7. — ENCÉPHALE VU PAR SA FACE LATÉRALE GAUCHE (schématique). 1. *Hémisphère cérébral.* — 2. *Sillon de Rolando.* — 3. *Scissure de Sylvius.* — 4. *Cervelet.* — 5. *Protubérance annulaire.* — 6. *Bulbe.* — 7. *Méninges.* (Moreaux, del.)

opérations qui s'exécutent dans l'encéphale, il s'agit toujours de phénomènes analogues aux réflexes.

BULBE. Quand une personne est frappée d'apoplexie cérébrale d'un seul côté, on constate qu'elle est privée du mouvement des membres du côté opposé, mais que les mouvements des muscles de la face sont paralysés du côté même où l'apoplexie s'est produite. L'analyse de ce phénomène singulier va nous expliquer les fonctions du bulbe. Considérons d'abord la paralysie des muscles du côté opposé au siège de la lésion cérébrale. Elle est la conséquence d'une disposition anatomique particulière. Certaines fibres des cordons blancs postérieurs passent directement pour former les pyramides postérieures, mais la plupart des cordons sensitifs et les cordons latéraux moteurs se croisent à la base du bulbe et se portent en avant pour constituer les pyramides antérieures ; c'est ce qu'on appelle la *décussation des pyramides* (fig. 8) (du latin *decussatio*, croisement en X) ; quant aux cordons moteurs antérieurs et aux cordons sensitifs latéraux, ils se croisent fibre à fibre dans la moelle même et à des niveaux différents. Il en résulte que toutes les fibres sensitives et motrices issues de la moelle changent de côté. On s'explique donc qu'une lésion de l'hémisphère cérébral droit entraîne la paralysie des muscles des membres gauches et *vice versa*. Il n'en est pas de même des muscles de la face, attendu que ceux-ci sont innervés par des nerfs craniens dont les racines se trouvent au-dessus de la région où se produit la décussation ; leurs fibres ne se croisent donc pas et la lésion cérébrale ne peut agir que sur les muscles de la face du même côté.

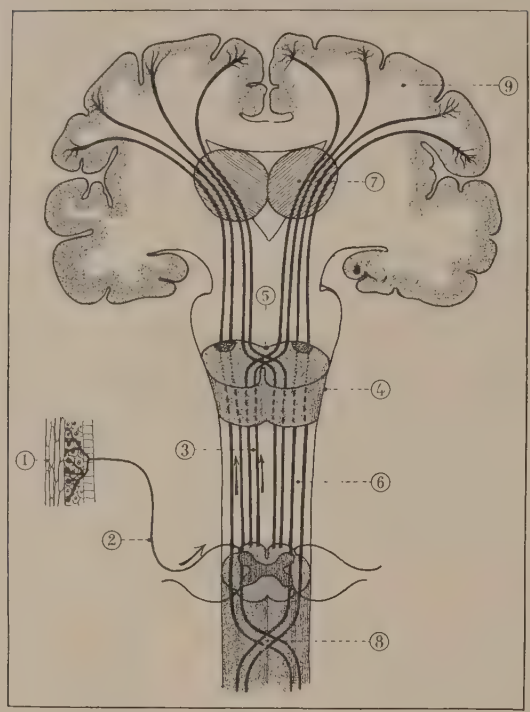


Fig. 8. — DÉCUSSATION *Parti de la peau 1, le nerf sensitif périphérique 2 arrive dans la moelle 3 et remonte vers l'encéphale, comme il est indiqué à la figure représentant le schéma du réflexe cérébral. Mais les fibres passant par les cordons postérieurs de la moelle 3 s'entre-croisent au niveau du bulbe 4, et par conséquent celles de droite passent à gauche et réciproquement. C'est là proprement la décussation 5. Toutefois, d'autres fibres, 6, filent directement en passant par les pédoncules cérébraux et les couches optiques 7, dans l'écorce cérébrale 9, après avoir transmis l'excitation aux neurones sensitifs centraux, mais, en réalité, ces fibres ont opéré leur décussation, dans la moelle elle-même, en 8, au-dessous du bulbe par conséquent.* (Moreaux, del., d'après Pizon.)

Dans le bulbe, on rencontre un grand nombre de noyaux gris ou centres des mouvements volontaires (expression faciale, mastication, phonation, mouvement des paupières et des yeux) et involontaires (déglutition). Mentionnons encore ceux qui siègent au niveau de la paroi nerveuse postérieure de la cavité du bulbe, formant le plancher du quatrième ventricule. Un physiologiste français, Flourens, a démontré que si l'on pique la partie inférieure du plancher du quatrième ventricule, on tue net l'animal en expérience ; c'est pourquoi il a dénommé cette région : *nœud vital*. Là en effet se trouvent un centre, qui commande les muscles du diaphragme et dont l'excitation violente empêche les mouvements respiratoires, et l'origine du nerf pneumogastrique qui arrête les battements du cœur : d'où deux causes de mort. En remontant le plancher du quatrième ventricule, on trouve encore divers centres dont la piqûre agit soit sur la fonction glycogénique du foie et entraîne le diabète sucré, soit sur les reins et sur les glandes salivaires. L'intégrité des fonctions du bulbe paraît donc essentielle pour le maintien de la vie. Aussi est-ce en détruisant cet organe au moyen d'une pointe qu'on tue instantanément certains gros animaux de boucherie.

CERVELET ET PROTUBÉRANCE. Formé de deux hémisphères et d'un lobe médian, le cervelet ne renferme que des centres de réflexes involontaires, car l'anesthésie chloroformique, qui supprime l'excitabilité des centres cérébraux, laisse intacte l'excitabilité bulbo-protubérantielle et cérébelleuse ; si la personne endormie parle, pousse des cris et des gémissements, ni l'intelligence ni la volonté n'interviennent en effet et il s'agit là de réflexes inconscients.

Le cervelet est donc surtout un organe de conduction ; la partie blanche occupe l'intérieur de ses hémisphères, où elle dessine, comme on l'a vu au chapitre de l'anatomie, des espèces d'arborisations (arbre de vie). Les hémisphères sont en rapport entre eux par une bande de substance blanche, la protubérance annulaire, qui renferme des centres influençant la station et la locomotion ; ils communiquent chacun avec le bulbe par les pédoncules cérébelleux inférieurs, et avec le cerveau par les pédoncules cérébelleux supérieurs dont les fibres passent par les tubercules quadrijumeaux et les couches optiques. Dans la partie grise périphérique du cervelet se localisent des centres de coordination des mouvements et de l'équilibre du corps. C'est ainsi que les sujets atteints de lésions cérébelleuses lèvent trop haut le membre inférieur quand ils marchent ou bien se mettent le doigt dans l'œil quand ils veulent toucher le bout de leur nez.

TUBERCULES QUADRIJUMEAUX, COUCHES OPTIQUES ET CORPS STRIÉS. Les tubercules quadrijumeaux, ou lobes optiques, reçoivent les nerfs optiques dont la section détermine la cécité ; peut-être ont-ils aussi une fonction auditive, car ils sont très développés chez certains animaux aveugles, comme la taupe ; ils se trouvent en relation avec le cervelet par une lame nerveuse, la valvule de Vieussens, et laissent passer entre eux les pédoncules cérébraux, prolongements des pyramides du bulbe vers le cerveau.

En avant des tubercules quadrijumeaux, on observe les couches optiques et les corps striés. Les premières sont les voies de passage des impressions sensitives allant des organes des sens aux hémisphères cérébraux ; elles se relaient, ces impressions, dans quatre noyaux gris qui représentent respectivement les centres olfactif, optique, tactile et auditif. Si l'un de ces centres est lésé, le sujet perd la sensation correspondante. Toutefois, il existe sans doute, dans les couches optiques, des centres automatiques de l'expression des émotions, car, lorsque les mouvements volontaires de la face sont paralysés, on peut encore observer certaines expressions des émotions, les larmes, par exemple.

Enfin, soudés latéralement aux couches optiques,

les corps striés conduisent au bulbe et à la moelle les fibres motrices des pédoncules cérébraux, qui eux-mêmes les reçoivent du cerveau.

HÉMISPHÈRES CÉRÉBRAUX ET LOCALISATIONS CÉRÉBRALES. Les hémisphères cérébraux, séparés l'un de l'autre par un profond sillon, présentent, eux aussi, une partie périphérique grise ou *écorce*, de faible épaisseur et formée de corps cellulaires de neurones (fig. 9), et une partie centrale blanche, formée de fibres centrifuges et de fibres centripètes. L'écorce se distingue par cette particularité d'offrir des sillons ou scissures symétriques (scissures de Rolando, de Sylvius, etc.) et des plissements nombreux qui divisent la surface en lobes et en circonvolutions, dont nous allons voir la signification.

C'est chez l'homme que les circonvolutions sont les plus nombreuses. L'écorce apparaît d'abord, chez les amphibiens et les reptiles, en rapport avec les seuls nerfs olfactifs ; chez les oiseaux, les nerfs optiques viennent s'ajouter aux précédents et établissent une relation entre le développement quantitatif de l'écorce et l'étendue de la surface rétinienne ; enfin, chez les mammifères, l'écorce s'enrichit d'une zone tactile et d'une zone auditive. Or, ces adjonctions successives ne sont possibles que par le plissement de l'écorce, qui permet d'augmenter la surface du cerveau sans accroître proportionnellement son volume que limite la boîte cranienne.

Les neurones sensitifs et les neurones moteurs centraux de l'écorce s'articulent, soit directement, les axones des premiers venant en contiguïté avec le chevelu des seconds, soit indirectement par l'intermédiaire des neurones d'association qui mettent en rapport les différentes régions d'un hémisphère et chacune de celles-ci avec l'hémisphère opposé en passant par les ponts de substance blanche du corps calleux et du trigone qui unissent par le bas les deux hémisphères. Il s'ensuit que le parcours de l'influx à travers les hémisphères peut être prodigieusement étendu et que, par conséquent, la réaction est plus ou moins longue à se manifester.

En effet, l'excitation portée sur l'écorce ne donne une réponse motrice qu'au bout de onze centièmes de seconde alors que, portée sur la partie blanche (fibres motrices), elle n'en exige que trois centièmes. Cette différence de durée exprime le *temps perdu*, c'est-à-dire le temps que l'influx met à parcourir les chaînes compliquées des neurones centraux.

Toutes les parties du corps se trouvent projetées par les fibres centripètes sur l'écorce cérébrale, qui transmet ensuite, par les fibres centrifuges, aux divers organes l'ordre d'exécution approprié. Il s'agit maintenant de savoir si ces projections se font en des points déterminés et fixes et si les ordres partent aussi de centres immuables. C'est la question des *localisations cérébrales* (fig. 10).

Laissons de côté les indications de la phrénologie qui n'ont aucune espèce de valeur. D'une manière générale, on distingue dans l'écorce deux zones principales de localisations : la zone antérieure à la scissure de Rolando renferme les centres moteurs, la zone postérieure les centres de réception sensitive. Une troisième zone, celle des lobes frontaux, est quelquefois regardée comme le siège des facultés intellectuelles.

Les centres moteurs appartiennent en grande partie au patrimoine héréditaire, comme le prouvent les mouvements compliqués qu'exécute, comme le picorer le grain, le petit poussin qui sort de l'œuf et les efforts de succion réalisés par le nouveau-né pour téter le sein. Ces mouvements représentent des opérations instinctives qui ne doivent rien à l'acquisition personnelle, car leurs centres moteurs sont organisés avant la naissance. Mais les centres moteurs ont une action doublement inversée ; ceux de l'hémisphère droit agissent, on l'a vu, sur les muscles du côté gauche et réciproquement, et ceux de la partie inférieure de la scissure de Rolando commandent aux mouvements de la tête, du bras et de la main, tandis que ceux de la partie supérieure régissent les mouvements de la jambe et du pied. De plus, l'étendue en surface d'une localisation motrice n'est pas en rapport direct avec la masse musculaire qu'elle dirige. Ainsi le territoire cortical du centre moteur de la main est plus vaste que celui des centres moteurs du tronc et

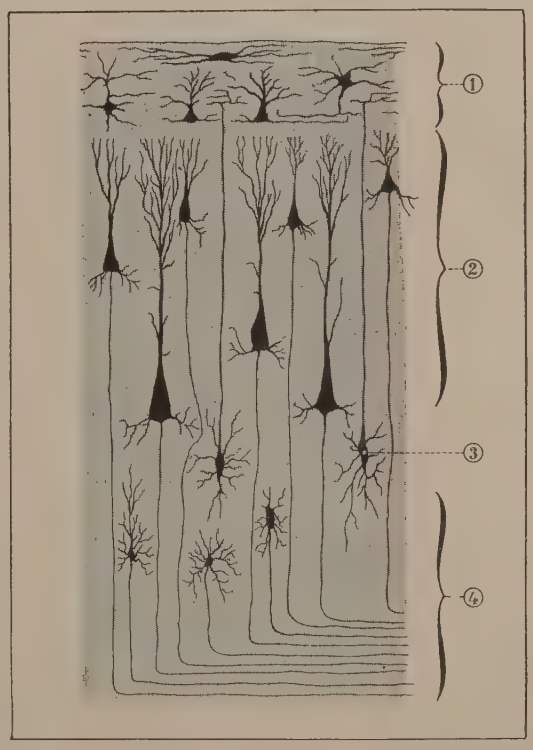


Fig. 9. — STRUCTURE DE L'ÉCORCE CÉRÉBRALE 1. *Couche moléculaire ou des neurones d'association périphérique.* — 2. *Couche des cellules pyramidales.* — 3. *Neurones à axone ascendant.* — 4. *Couche des cellules polymorphes ou des neurones d'association.* (Moreaux, del.)

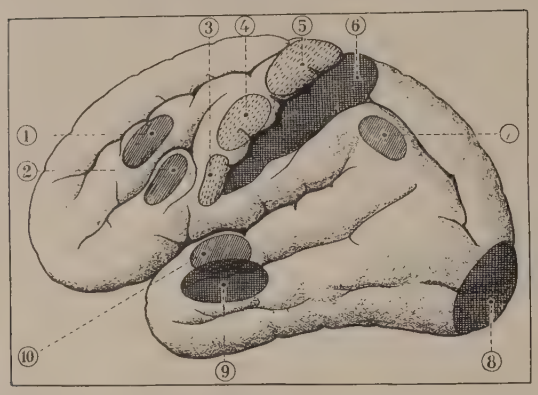


Fig. 10. — PRINCIPALES LOCALISATIONS CÉRÉBRALES DE L'HÉMISPHÈRE GAUCHE. 1. *Centre présumé de l'intelligence des mouvements de l'écriture.* — 2. *Centre du langage.* — 3. *Centre des mouvements de la face et de la langue du côté droit.* — 4. *Centre des mouvements du membre supérieur droit.* — 5. *Centre des mouvements du membre inférieur droit.* — 6. *Centre du tact.* — 7. *Centre de la mémoire du sens des mots écrits.* — 8. *Centre visuel.* — 9. *Centre auditif.* — 10. *Centre de la mémoire du sens des mots parlés.* (Moreaux, del.)

de la jambe ; il apparaît par suite que le développement d'une localisation dépend surtout de la complexité, de la délicatesse et de la multiplicité des mouvements à exécuter. Au reste, si les localisations motrices sont en général les mêmes dans les deux hémisphères, cependant, quand un côté du corps est plus faible que l'autre, les localisations cérébrales du côté opposé sont moins développées.

Ce qui vient d'être dit s'applique aux localisations sensitives; elles sont également symétriques et inversées et occupent la partie postérieure de la scissure de Rolando et les circonvolutions occipitales. Par exemple, le centre visuel siège dans l'écorce du lobe occipital, la région qui entoure la scissure calcarine étant réservée à la projection des différentes parties de la rétine ; quant aux centres auditifs, ils sont localisés dans les lobes temporaux, tandis que les centres olfactifs et gustatifs et ceux de la sensibilité tactile sont juxtaposés à la scissure de Sylvius. Notons pourtant que les localisations sensitives sont moins nettement limitées que les motrices et semblent dépendre des acquisitions personnelles. Ainsi, chez les aveugles-nés, les altérations du centre visuel se trouvent compensées par un plus riche développement des centres de la sensibilité tactile.

Le langage est une fonction complexe, à la fois sensitivo-motrice et intellectuelle, dont la localisation a fait l'objet d'importants travaux. Le premier, un savant français, Paul Broca, a établi que la privation de la parole résulte d'altérations de la troisième circonvolution frontale gauche. En réalité, la zone propre à la faculté du langage, prise dans son acception large, est plus étendue ; elle occupe la région corticale moyenne de l'hémisphère gauche, la partie frontale étant réservée à la prononciation des mots ou *parole*, la partie temporale à la compréhension des mots *entendus*, la partie postérieure à celle des mots écrits ou *écriture*. En outre, il faut distinguer la parole extérieure, *audible*, de la parole *intérieure*, cette espèce de monologue que la pensée nous débite constamment. Or, les lésions du lobe temporal entraîneraient l'abolition du langage intérieur et, par suite, de la compréhension des mots, tandis que les lésions du lobe frontal supprimeraient le langage audible et produiraient l'impossibilité de prononcer les mots.

Toutefois, dans la localisation des modalités du langage, une circonstance est à considérer : si la localisation est *gauche* chez les *droitiers*, elle est *droite* chez les *gauchers*. Dès lors, la localisation des centres du langage ne semble pas être préformée ; chaque individu doit les organiser par son propre effort et, s'il les organise d'ordinaire dans la zone pariéto-temporale gauche, c'est apparemment que l'hémisphère gauche se développe un peu avant l'hémisphère droit. En conséquence, à mesure que l'enfant apprend à comprendre la parole, à parler, à lire, à écrire, se crée une fonction qui met en œuvre, non seulement l'audition, la vision et la motricité, mais encore l'intelligence.

Ces conclusions paraissent pouvoir s'appliquer en partie aux localisations cérébrales motrices. Chaque espèce de mouvement volontaire doit être appris par l'enfant, chez lequel s'édifie ainsi peu à peu toute une série de mécanismes moteurs. Il en découle que les neurones corticaux, s'ils ont une structure héréditaire, ne possèdent pas de fonctions spécialement prédéterminées, mais acquièrent, par l'usage et l'éducation, celles qu'ils exercent.

En ce qui concerne les facultés intellectuelles, on peut seulement admettre qu'elles ont leur siège dans les hémisphères cérébraux, car l'animal à qui on les a supprimés perd toutes les fonctions psychiques supérieures, la mémoire, l'association des perceptions et des idées, la volonté, mais conserve, en outre des fonctions organiques (respiration, circulation, nutrition, excrétion), celles de la coordination des mouvements, de l'équilibration et de l'expression de certaines émotions ; il devient un pur automate. Nous ne pouvons guère aller au delà de cette constatation générale et bien vague. A cet égard, l'expérience de la guerre n'apporte que des renseignements négatifs. Des soldats, présentant des pertes de substance ou des abcès étendus du cerveau, n'ont pas manifesté dans l'exercice de leurs facultés les changements notables auxquels on pouvait s'attendre. Aussi est-on porté à croire que les fonctions psychiques n'appartiennent en propre ni à une catégorie définie de neurones, ni à une région spécifique des hémisphères.

On peut se demander néanmoins s'il n'y a pas un rapport entre le poids et le développement du cerveau et le degré de l'intelligence. En effet, si le poids du cerveau des idiots n'atteint pas 1 000 grammes, celui de personnes remarquables par leur intelligence (Beethoven, Cuvier, Gauss) peut dépasser de beaucoup le poids moyen qui est de 1 300 grammes environ. Mais il convient de remarquer que le poids absolu ne signifie

pas grand'chose, car l'éléphant a un cerveau qui pèse plus que celui de l'homme, et que des gens intelligents (Gambetta, Anatole France) ont possédé des cerveaux dont le poids était assez sensiblement inférieur à la moyenne. Peut-être faut-il tenir compte surtout de la richesse des circonvolutions, qui expriment en réalité l'étendue de la surface cérébrale, en fonction du développement des surfaces sensibles du corps et par conséquent de la multiplicité des impressions qu'il est capable d'enregistrer.

FONCTIONS PSYCHIQUES. La physiologie n'a pas à discuter la question de l'âme, qui échappe à son emprise, mais elle doit constater que les phénomènes psychiques et les opérations mentales les plus élevées sont liés, de toute nécessité, au fonctionnement des neurones de l'écorce cérébrale. Analogue à l'animal décérébré, l'idiot est un automate qui accomplit toutes les fonctions organiques, mais reste incapable d'un acte raisonné et conscient. De même, l'individu anesthésié par le chloforme ou l'éther s'agite et parle, mais ne sent et n'a conscience de rien. C'est donc la conscience qui définit les actes psychiques, ceux que l'on attribue d'ordinaire à l'âme.

Nous ignorons ce qu'est la conscience, mais, à son sujet, deux faits sont à retenir : 1° Il est impossible d'établir, en dehors de soi, l'état de conscience ; quand une personne nous parle, nous supposons, par analogie avec nous-mêmes dans les mêmes circonstances, qu'elle est consciente, mais nous n'en avons et n'en pouvons avoir aucune preuve objective, et c'est ce qui rend l'étude de la conscience si difficile ; 2° Un acte compliqué mais volontaire, accompli pour la première fois, est assez long à exécuter ; il semble que l'influx circule dans de nombreuses chaînes de neurones avant de trouver celle qui le conduit à la réponse motrice appropriée. Mais si cet acte est répété très souvent, il devient de plus en plus facile et il arrive un moment où nous l'exécutons automatiquement et inconsciemment. L'acte, d'abord voulu et raisonné, s'est transformé en réflexe. Or, nous savons que le réflexe est une réaction élémentaire intéressant le minimum possible de neurones et donnant une réponse à la fois immédiate et invariable. De ce fait, on peut conclure que l'apparition de la conscience est en rapport avec la mise en activité d'un assez grand nombre de neurones corticaux, ceux-ci se prêtant seuls, grâce à la mobilité de leur chevelu, à la circulation divagante de l'influx.

Cette hypothèse permet de comprendre ce qu'est l'*instinct*. L'acte instinctif répond à un trajet fixe de l'influx, trajet qui s'est organisé par la répétition au cours d'innombrables générations, sous l'influence des mêmes nécessités. Par suite, à une même excitation la réponse est invariable et toujours prévisible. Ce qu'il y a de remarquable est que l'acte instinctif peut être néanmoins conscient. Quand nous fuyons devant un danger, nous obéissons à un instinct ; nous pouvons ignorer le véritable motif pour lequel nous fuyons, mais nous savons que nous fuyons et c'est ce qui distingue l'instinct du réflexe pur. Il semble donc que l'acte instinctif met en branle une chaîne de neurones plus étendus que le réflexe. Mais ce qui différencie celui-là du réflexe cérébral, c'est que dans l'acte instinctif l'action des neurones médullaires l'emporte sur celle des neurones corticaux, par le seul fait que les contiguïtés sont fixées dans la moelle bien plus fortement que dans le cerveau. Aussi, pour résister aux impulsions de l'instinct, faut-il un long dressage des neurones corticaux. Mais précisément parce que la réaction de ceux-ci est au contraire essentiellement variable, nous ne pouvons pas la prévoir et elle nous donne l'illusion d'une délibération, d'un choix ou jugement, d'une volonté, qui ne paraissent en réalité que l'expression des détours que fait l'influx avant d'aboutir à la réaction motrice.

Considérons maintenant une chaîne compliquée de neurones parcourue une première fois par l'influx dont

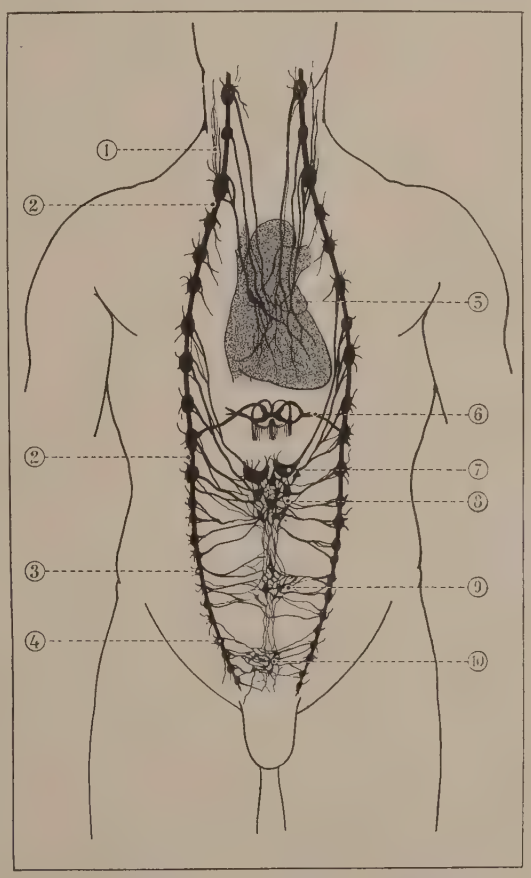


Fig. 11. — SCHÉMA DU GRAND SYMPATHIQUE
1. Ganglions cervicaux. — 2. 2. Chaîne des ganglions dorsaux. — 3. Ganglions lombaires. — 4. Ganglions sacrés. — 5. Plexus cardiaque. — 6. Nerfs rachidiens et rami-communicantes. — 7. Ganglions semi-lunaires. — 8. Plexus solaire. — 9. Plexus mésentérique. — 10. Plexus hypogastrique.
(Moreaux, del.)

le passage a provoqué le phénomène de conscience. Si, une seconde ou plusieurs fois, l'influx vient à traverser la même chaîne, il provoque le même phénomène de conscience que la première fois et, par conséquent, rend *actuelles* des idées et des images passées. C'est le souvenir, expression de la *mémoire*. La mémoire est donc le retour à l'activité consciente de telle ou telle chaîne de neurones déjà au moins une fois parcourue ; par sa continuité dans le temps, elle constitue la base de notre personnalité, car c'est grâce à elle que nous relions notre passé à notre présent et savons que c'est notre *moi* qui a accompli les actes dont le souvenir nous revient. Mais nous ne nous rappelons pas tout ce que nous avons fait ou éprouvé. Cependant cette reviviscence reste possible par l'effort d'attention, l'association des idées ou toute autre circonstance. D'ailleurs la mémoire est facilitée par la répétition de l'acte et la force de l'excitation première. On se souvient généralement mieux des événements qui nous ont vivement impressionnés que de ceux qui nous ont paru insignifiants.

Nous voilà en mesure d'aborder le problème de l'*inconscient*. Il est défini d'ordinaire : tout ce qui, dans la vie intérieure, est ignoré du sujet pensant. Il se compose en réalité de deux éléments : l'*ignoré* et l'*oublié*. L'ignoré est l'ensemble des impressions reçues mais non parvenues à la conscience, et l'oublié l'ensemble des impressions perçues, c'est-à-dire parvenues à la conscience, mais qui ne sont pas actuellement revivifiées par l'excitation des chaînes de neurones correspondant à l'état conscient antérieur. L'oublié peut revenir à la conscience sous forme de souvenirs, mais non point l'ignoré, qui, n'ayant jamais été connu du sujet, ne peut lui revenir sous l'aspect de souvenirs d'événements passés. Cependant l'ignoré, le véritable inconscient, n'en agit pas moins sur nos sentiments et notre conduite, car les excitations sans cesse reçues mais non perçues impressionnent nos tissus et notre système nerveux sympathique, lequel transmet les excitations au système nerveux central sous les espèces de besoins et de sensations diffuses et vagues que nous étudierons tout à l'heure. Il s'ensuit que, si nous ressentons nos passions et nos vices, qui si souvent dirigent nos actions, nous en ignorons les causes. Ainsi se justifie et s'explique la pensée de Pascal : « Le cœur a des raisons que la raison ne connaît pas. »

NUTRITION DU SYSTÈME NERVEUX

Elle est assurée, comme celle de tous les tissus de l'organisme, par une abondante irrigation sanguine qui apporte les éléments nécessaires à l'assimilation des neurones et emporte leurs déchets de fonctionnement. Tout cerveau anémié cesse de remplir convenablement sa tâche, d'autant que, à son niveau, les échanges sont très intenses, comme le prouve l'augmentation de sa température pendant le travail cérébral. Aussi la circulation y est-elle particulièrement riche et rapide, puisque les hémisphères reçoivent en une minute, pour 100 grammes de leur poids, 130 centimètres cubes de sang, c'est-à-dire une quantité égale, sinon supérieure, à celle que reçoivent les organes les plus actifs.

Mais la circulation cérébrale est soumise à des conditions particulières qui tiennent à ce que l'encéphale est enfermé dans une boîte cranienne inextensible. En effet, chaque contraction du cœur apporte une masse de sang artériel qui ne peut se loger qu'en déplaçant une masse égale et de sang veineux et de liquide céphalo-rachidien, lequel est surtout destiné à protéger les tissus nerveux contre les compressions et les chocs. Il en résulte certains mouvements du cerveau auxquels contribuent, en outre des pulsations cardiaques, les ondulations vasomotrices et le rythme respiratoire.

FONCTIONS DU SYSTÈME NERVEUX DE LA VIE VÉGÉTATIVE (SYSTÈME SYMPATHIQUE)

Le grand sympathique ou système nerveux autonome (fig. 11), ainsi appelé parce que son action échappe à la volonté, comprend deux parties : 1° Le *sympathique proprement dit*, chaîne de ganglions placée de chaque côté de la colonne vertébrale, avec ses nerfs et ses plexus, et les rameaux communicants qui le mettent en rapport avec la moelle et, par elle, avec le bulbe et l'encéphale ; et 2° le *parasympathique*, formé de deux groupes de nerfs : nerfs craniens, parmi lesquels figure au premier rang le pneumogastrique ou vague, et nerfs sacrés.

FONCTIONS DES GANGLIONS ET DES NERFS DU SYMPATHIQUE

Dans les rameaux communicants, il existe des fibres médullifuges qui se terminent dans les ganglions sympathiques, desquels partent, d'autre part, des fibres centripètes qui gagnent les racines postérieures et dont le corps cellulaire serait dans le ganglion spinal. Quant aux ganglions sympathiques, ils sont constitués par des corps cellulaires de neurones à nombreux prolongements et ceux-ci donnent naissance aux nerfs sympathiques qui se rendent aux vaisseaux et aux différents viscères. Le sympathique peut donc fonctionner en dehors de l'excitation transmise par le système cérébro-spinal, et c'est pourquoi il jouit d'une sorte d'autonomie.

L'excitation des fibres centripètes des nerfs sympathiques ne produit que des sensations très obtuses ; ces dernières ne deviennent douloureuses que si l'excitation est très forte et destructive. Au surplus, tous les nerfs sympathiques ne contiennent pas de fibres centripètes ou sensitives. Les sensations obtuses communiquées par le sympathique contribuent à créer le sentiment de l'état physiologique ou *cénesthésie* : agréable

quand les fonctions organiques s'accomplissent correctement, il procure le *bien-être* ; désagréable quand elles s'accomplissent mal ou qu'elles sont suspendues, il détermine le *malaise*.

Les filets centrifuges sont moteurs pour les muscles lisses et sécréteurs pour certaines glandes, notamment les glandes à sécrétion interne, qui forment avec eux une sorte d'appareil couplé à action concordante. Ainsi l'excitation du nerf splanchnique détermine la constriction des vaisseaux abdominaux, mais, en même temps, provoque une abondante sécrétion d'adrénaline, qui généralise l'action vaso-constrictive. On peut assimiler ce phénomène à un réflexe qui serait d'origine humorale ou chimique.

Au point de vue fonctionnel, les nerfs du sympathique et du parasympathique possèdent une action opposée. En effet, les premiers font contracter les muscles lisses des vaisseaux, inhibent les mouvements de la partie inférieure du tube digestif, accélèrent le rythme du cœur, dilatent la pupille et agissent sur les glandes sudoripares et sur la glande thyroïde, les glandes sexuelles et le lobe postérieur de l'hypophyse ; ils tendent enfin à augmenter les échanges et spécialement l'oxydation des hydrates de carbone. Au contraire, les nerfs du parasympathique et spécialement le nerf vague dilatent les vaisseaux, actionnent les mouvements de la partie supérieure du tube digestif, contractent la pupille et ralentissent le rythme cardiaque. Quant au sympathique pelvien (nerfs sacrés), il commande la motricité du gros intestin et de la vessie, sauf de son sphincter.

SYMPATHICOTONIE ET VAGOTONIE

Normalement, le sympathique et le parasympathique se font équilibre, et c'est cette juste balance qui correspond à la santé. Mais que l'un des deux systèmes l'emporte, soit que lui-même se trouve anormalement excité, soit que l'autre devienne insuffisant, alors s'installe un état qui, sans être toujours franchement morbide, s'atteste au moins troublé. Quand le sympathique devient prépondérant, on dit qu'il y a *sympathicotonie* ; quand c'est le parasympathique, le vague, on parle de *vagotonie*.

Les signes de la sympathicotonie sont les suivants : coloration du visage dont l'expression est animée, dilatation pupillaire, sécheresse de la peau, fièvre facile, accélération des battements du cœur, ralentissement et diminution des sécrétions lacrymales, salivaires, digestives, urinaires ; constipation ; caractère vif et irritable, impulsif, changeant. Ce type se rencontre moins souvent chez l'homme que chez la femme, et chez celle-ci surtout au moment des périodes menstruelles.

Les signes de la vagotonie sont : teint mat, exagération de la pigmentation cutanée, pupilles étroites, pouls lent, migraines fréquentes, sensibilité au froid, augmentation de toutes les sécrétions, éréthisme génital chez l'homme, dysménorrhée et leucorrhée chez la femme, caractère préoccupé avec tendance au découragement.

Enfin, quand il y a hypertonie des deux systèmes, les signes précédents se superposent ou partiellement s'annihilent : type nerveux, à visage pâle, qui rougit à la moindre émotion, mains moites et froides, transpiration facile et abondante, faux-pas du cœur fréquents, réflexes exagérés, grande excitabilité génitale, caractère extrêmement irrégulier.

Somme toute, le grand sympathique commande aux fonctions organiques, surveille les recettes et les dépenses, de telle façon qu'il n'y ait ni pléthore improductive, ni disette dangereuse. Chaque élément anatomique est ainsi régi dans son existence particulière, car même les muscles volontaires et les cellules de l'axe cérébro-spinal sont soumis à l'influence du sympathique, qui leur fournit le sang et les excitants chimiques glandulaires dont ils ont besoin pour remplir leur rôle.

TYPES, TEMPÉRAMENTS ET CARACTÈRES

Nous venons de constater que l'état physiologique et psychologique d'un sujet varie suivant qu'il est vagotonique ou sympathicotonique. On peut donc distinguer quatre manières d'être, types fonctionnels ou tempéraments : le type normal, chez lequel les deux sympathiques s'équilibrent, le type sympathicotonique où domine le sympathique ; le type vagotonique où l'emporte le parasympathique ; enfin le type hypertonique chez lequel l'excitation des deux sympathiques s'ajoute ou interfère. A ces quatre types correspondent les quatre types morphologiques de Sigaud et Vincent : le *musculaire*, à l'équilibré ; le *respiratoire*, au sympathicotonique ; le *digestif*, au vagotonique ; et le *cérébral*, à l'hypertonique. Naturellement ces divers types ne sont que des expressions schématiques ; ils n'existent pas par eux-mêmes, car chaque individu, en raison de l'hérédité et des modifications acquises, possède son tempérament spécial qui se rapproche plus ou moins de l'un ou de l'autre des types théoriques.

Il n'en reste pas moins que l'état du grand sympathique et des glandes qu'il régit est la clef du mode particulier de fonctionnement de chacun. C'est ce qui explique que tout homme réagit à sa façon aux circonstances, se comporte d'une manière qui lui est propre et fait sa maladie différemment des autres. Mais si le tempérament règle la modalité de nos fonctions organiques, il doit nécessairement influencer aussi la modalité de nos fonctions psychiques, par suite de leurs indissolubles relations. En effet, l'expression mentale du tempérament est le *caractère*, combinaison assez constante d'éléments organiques, affectifs et intellectuels, dans laquelle les éléments organo-affectifs dominent cependant de beaucoup. Le caractère n'est souvent que le reflet de notre état organique. Bon, quand tout va bien, équilibré et coordonné, il devient mauvais

quand les rouages de la machine frottent ou s'arrêtent.

C'est de là que l'*affectivité* tire ses effets : elle représente la réaction des centres cérébraux aux modifications du sympathique et s'exprime, comme on l'a dit, par les *sentiments* et par l'*émotion*, qui est la conscience que nous prenons de ces modifications, surtout quand elles sont brusques et inattendues ; l'émotion n'est ainsi que le signe d'un défaut momentané d'adaptation aux circonstances. Quand elle se prolonge, persiste, elle devient cet élément du caractère qui est la *passion*, laquelle, inadaptation durable à la réalité, pousse à commettre des actes le plus souvent nuisibles au bien social et à soi-même. A ces sentiments inadaptés s'opposent la *raison*, qui permet de profiter des expériences conscientes, et l'*intelligence*, qui, les comparant, en tire de nouvelles données utiles à l'individu et à la collectivité. C'est l'*éducation* qui met en œuvre les résultats de l'expérience pour dresser l'homme à s'adapter constamment aux nécessités de l'existence sociale, et la manière dont il se comporte, en présence de ces nécessités, traduit sa *moralité*.

CHAPITRE III

LES FONCTIONS D'INFORMATION

Pour que le système nerveux reçoive, transforme et communique les impressions venues de l'extérieur, il faut d'abord que certaines surfaces de notre corps soient particulièrement aptes à recevoir ces impressions (fig. 12). Ces surfaces sensibles sont les *organes des sens*.

Toutefois les organes des sens ne nous font connaître que ce qui se passe en dehors de nous ; il importe que nous connaissions aussi ce qui se passe en nous ; mais, tandis que les impressions de l'extérieur sont définies et localisées par l'organe des sens qu'elles affectent, celles de l'intérieur ne paraissent posséder aucun organe qui les précise et c'est pourquoi nous n'en avons qu'une conscience diffuse, sous forme de *besoins*, faim, soif, etc., et de *sentiments*, bien-être, joie, malaises, etc., qu'il est très difficile de localiser. A ces dernières on donne le nom de *sensations internes*, celui de *sensations externes* étant réservé au résultat des impressions reçues de l'ambiance.

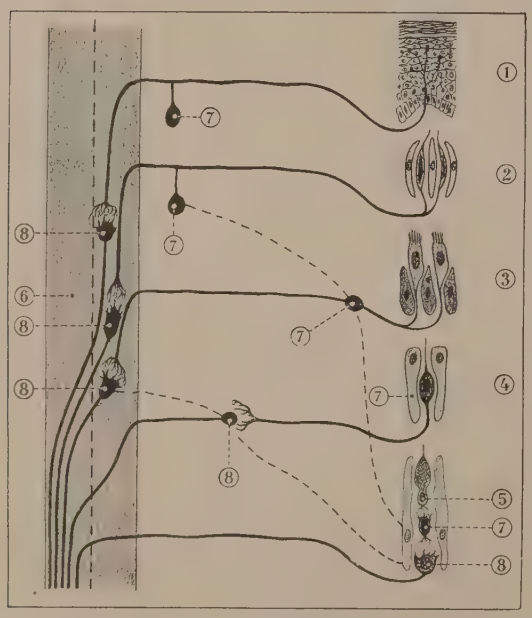


Fig. 12. — SCHÉMA DE L'INNERVATION DES ORGANES DES SENS. Éléments sensoriels : 1, *du tact ;* 2, *du goût;* 3, *de l'ouïe ;* 4, *de l'odorat ;* 5, *de la vue.* — 6. *Axe cérébro-spinal.* — *A mesure que l'organe se perfectionne, le neurone sensitif périphérique,* 7, *d'abord logé dans le ganglion spinal, se rapproche de la périphérie, jusqu'à entrer dans la constitution de l'élément sensoriel* (5, *vue*) *; il en est de même du neurone sensitif central,* 8, *d'abord placé dans le névraxe, puis émergeant vers la surface.* Les deux lignes pointillées indiquent respectivement cette marche. (Moreaux del., d'après Mathias Duval.)

SENSATIONS EXTERNES

NATURE DE LA SENSATION

Les impressions reçues par les surfaces sensibles ont trois origines : mécanique (attouchement, choc, écrasement), chimique (saveur, odeur) et vibratoire (son, chaleur, lumière). Quelles que soient l'origine et la nature de l'impression, la surface sensible qui lui est adaptée éprouve, sous son influence, une modification qui crée l'influx, lequel, par le mécanisme du réflexe cérébral, se transmet aux neurones de l'écorce. C'est ainsi que nous prenons connaissance des changements survenus dans l'ambiance, et cette connaissance est la *sensation*.

La sensation est quantitative, qualitative et spécifique. En effet, elle est forte, moyenne ou faible, suivant non seulement l'intensité de l'excitation, mais aussi le degré d'excitabilité de l'appareil sensoriel, et suivant le moment de l'excitation. D'autre part, la même surface impressionnée donne toujours une sensation de même ordre ; celle-ci est donc spécifique, mais elle est aussi qualitative, car, dans la série des perceptions provoquées par l'excitation d'un même organe, certaines sont agréables

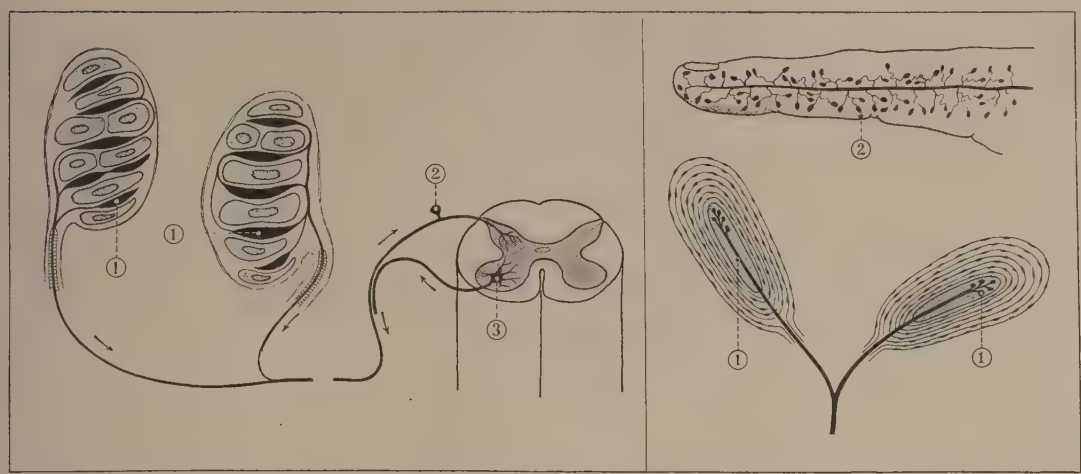


Fig. 13. — CORPUSCULES DE MEISSNER ET CORPUSCULES DE PACINI ▫ *A gauche :* Corpuscules de Meissner. — *Arborisations protoplasmiques, 1, du neurone sensitif périphérique 2, pénétrant dans le corpuscule tactile. Au niveau de la moelle coupée transversalement, l'axone du neurone sensitif périphérique entre en connexion avec le neurone moteur périphérique. — 3. La flèche indique la marche de l'excitation tactile ▫ A droite :* Corpuscules de Pacini. — 1. *Axones des neurones sensitifs périphériques avec les boutons terminaux. — 2. Nerf latéral d'un doigt avec ses ramifications aboutissant à des corpuscules de Pacini.* (Moreaux, del.)

et d'autres non. Par là, la sensation est affective puisqu'elle produit en nous un sentiment de plaisir ou de déplaisir. Enfin, les sensations tactiles, visuelles et auditives et, plus ou moins, les sensations thermiques, olfactives et même gustatives sont expansives, c'est-à-dire qu'elles impliquent la notion d'étendue et de durée ou, plus exactement, de succession dans le temps.

Bref, les sensations projettent à chaque instant dans la conscience l'état du monde extérieur ; elles nous informent de ses changements et, par conséquent, des adaptations que l'organisme doit réaliser pour maintenir son intégrité et sa vie.

FONCTIONS INFORMATRICES DE LA PEAU

La peau est une surface sensible à quatre sortes d'impressions : le contact, le froid, le chaud et la douleur, et chacune de ces impressions a son siège dans un élément anatomique spécial : le corpuscule de Meissner ou papille dermique pour le tact, le corpuscule de Pacini pour le chaud, le corpuscule de Krause pour le froid, et un petit élément en bouton pour la douleur. Tous ces éléments sont enveloppés ou pénétrés par le chevelu d'un neurone sensitif périphérique particulier à chaque sorte d'impressions, neurone qui a presque toujours son corps cellulaire dans le ganglion spinal.

TACT. ▫▫ Le sens tactile n'est pas *un*, car nous savons distinguer le simple contact de la pression, du choc, de la coupure et du chatouillement et juger si le corps qui nous attouche est lisse ou rugueux, rond ou pointu, solide ou liquide.

Toutes les régions de la peau ne sont pas également sensibles au tact, parce que les corpuscules de Meissner (fig. 13) sont assez irrégulièrement distribués. C'est pourquoi le tact est plus développé, les corpuscules y étant nombreux, au front, aux tempes, au nez, aux joues, à la pointe de la langue, à la pulpe des doigts, qu'aux cuisses et au dos où ils sont rares. Le degré de cette sensibilité se mesure à l'aide du compas de Weber (compas ordinaire à pointes mousses) ; plus l'écartement des pointes nécessaire pour obtenir une double sensation simultanée est grand, moins la région est sensible. On appelle *cercle de sensation tactile* la surface dont le diamètre est représenté par l'écartement des deux pointes à la limite où leur application donne une sensation unique.

De même que pour les autres sensations, il s'écoule un certain temps, dit *temps de réaction*, entre le moment de l'excitation et celui où elle est perçue ; en outre, la durée de la sensation dépasse celle de l'application de l'excitant ; quand on a longtemps porté une bague et qu'on vient à la quitter, on garde ensuite la sensation assez prolongée de l'avoir toujours au doigt. Aussi les sensations de contact se succédant rapidement procurent-elles l'illusion d'une sensation continue, comme dans le chatouillement.

SENSATIONS THERMIQUES. ▫▫ Elles résultent de l'excitation de la peau et de certaines muqueuses (bouche, langue, etc.). On doit distinguer la sensation de froid de celle de chaud ; il ne s'agit pas là d'une différence absolue de température, mais d'une spécialisation des impressions, celle de chaud s'exerçant par les corpuscules de Pacini (fig. 13), celle de froid par ceux de Krause. En effet, si on explore méthodiquement la peau, on s'aperçoit qu'il y a des points qui ne font ressentir que le froid et d'autres que le chaud, et que ces points corres-

pondent respectivement aux deux sortes de corpuscules précités. Les points de froid sont plus abondants que les points de chaud, car on en compte de six à vingt-trois par centimètre carré de peau, tandis qu'on ne dénombre guère qu'un à trois points de chaud pour la même surface. Il en résulte que nous sommes en général plus sensibles au froid qu'au chaud ; à ce point de vue les régions les plus impressionnables sont : les seins, la poitrine, les ailes du nez, alors que les joues, le dos de la main sont plus sensibles à la chaleur. Sur la conjonctive, il n'existe que des points de froid ; elle n'est donc pas impressionnable par le chaud.

SENSATIONS DOULOUREUSES. ⌀⌀ A côté des points de pression, de froid et de chaud, on trouve, à la surface de la peau, des points dont l'excitation donne exclusivement lieu à des sensations douloureuses. Ces points correspondent à des éléments libres en bouton et peut-être à des corpuscules de Krause ; en tout cas, ils sont plus nombreux que les autres et se montrent, eux aussi, inégalement distribués. Ainsi la cornée est très sensible à la douleur, alors que la muqueuse de la joue, située en face de la deuxième molaire inférieure, est totalement indolore, mais est très sensible au contact ; du reste, dans l'anesthésie chloroformique, la sensibilité à la douleur disparaît avant la sensibilité tactile et thermique. Il y a donc des centres cérébraux différents pour ces diverses sensibilités.

GOUT

La langue est l'organe du goût ; mais en réalité les impressions gustatives n'atteignent spécifiquement que les *bourgeons gustatifs* (fig. 14), composés de petits éléments cellulaires terminés par un bâtonnet en saillie et dont la base est enveloppée par le chevelu de neurones sensitifs périphériques dont les axones forment les nerfs gustatifs. Quant aux mouvements volontaires de la langue, qui ont une grande importance pour la gustation puisque du sucre en poudre déposé sur la langue maintenue immobile ne procure aucune saveur, ils sont sous la dépendance des nerfs moteurs craniens, les hypoglosses.

Ce que l'on sait du mécanisme de la gustation se réduit à peu de chose. Les corps doivent être dissous pour déterminer, dans la cellule gustative, une modification chimique qui produise l'influx, car les corps gazeux non dissous et les corps insolubles ne donnent lieu qu'à des impressions tactiles ou thermiques. En fait, la sensation gustative est toujours accompagnée d'une sensation tactile dont il est impossible de la séparer, et elle déclenche immédiatement le réflexe de la sécrétion salivaire, dont l'action intervient pour faciliter la solubilisation des corps sapides.

On a empiriquement classé les saveurs en sucrées, amères, salées et acides. La sensibilité à ces diverses saveurs est inégalement répartie à la surface de la langue : la saveur amère est surtout perçue à sa base, point de départ du réflexe des nausées et des vomissements ; c'est sa pointe au contraire qui perçoit surtout les saveurs sucrées ; quant aux saveurs salées et acides, elles paraissent dépendre en partie de la sensibilité générale. En tout cas, de toutes, la saveur amère semble la plus intense et la plus persistante.

Les sensations gustatives obéissent aux mêmes lois

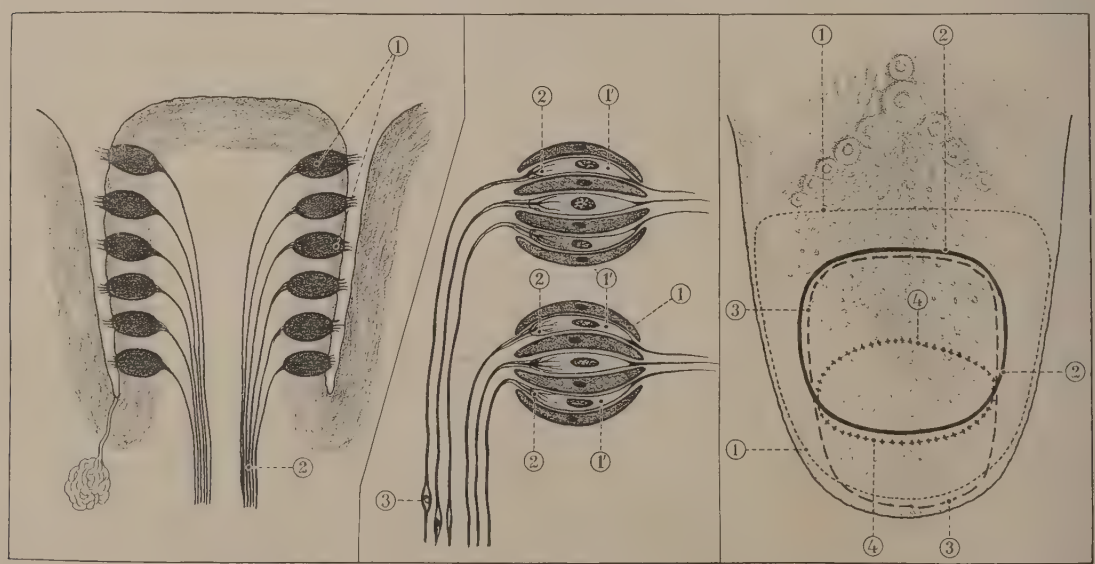


Fig. 14. — ORGANES DU GOUT ⌀ *A gauche : Papilles gustatives, avec les bourgeons gustatifs 1 et les filets nerveux sensitifs 2, qui en émergent.* ⌀ *Au milieu : Bourgeon gustatif 1, éléments sensoriels avec leur bâtonnet 1', arborisations protoplasmiques, 2, du neurone sensitif périphérique 4, enserrant la base de l'élément sensoriel.* ⌀ *A droite :* Territoires des sensibilités de la langue aux diverses saveurs. — 1. *Limite des territoires sensibles à l'amer.* — 2. *Limite des territoires sensibles au sucré.* — 3. *Limite des territoires sensibles au salé.* — 4. *Limite des territoires sensibles à l'acide.* (Moreaux, del., d'après Schekiber.)

que les autres ; elles ont un temps de réaction assez long et sont d'autant plus intenses que la concentration des corps sapides est plus grande ; elles sont abolies par les lésions des nerfs gustatifs et diminuées par l'anémie locale ou l'état saburral de la langue, car, dans ce dernier cas, l'enduit muqueux blanchâtre qui recouvre celle-ci empêche les substances sapides d'arriver jusqu'aux bourgeons gustatifs.

Il y a des personnes dont le goût est peu développé, d'autres chez lesquelles il s'atteste extrêmement aiguisé (gourmets). Cette hypersensibilité gustative est le fait d'une certaine prédisposition nerveuse, mais elle peut se développer par l'exercice. Toutefois cette sensibilité ne constitue pas le seul facteur du goût ; l'odorat y a une grande part, car une personne, privée momentanément d'odorat, ne trouve plus aucune saveur aux mets qu'elle estime le plus.

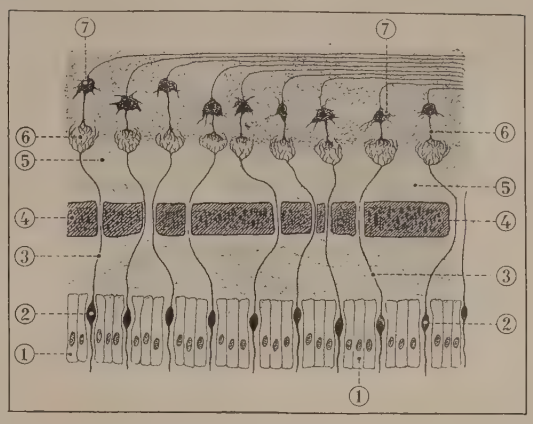


FIg. 15. — SCHÉMA DE L'INNERVATION OLFACTIVE ø 1. *Épithélium olfactif ; entre les cellules de soutien sont logés le neurone olfactif périphérique 2, dont le prolongement axonique 3, passant à travers la lame criblée 4, vient s'articuler, dans le bulbe olfactif 5, avec les arborisations protoplasmiques 6, des neurones olfactifs centraux 7.* (Moreaux, del., d'après Ramon y Cajal.)

ODORAT

L'organe de l'odorat est situé dans la profondeur de chaque narine, à la commissure de la muqueuse du cornet supérieur et de la cloison nasale où vient s'épanouir le chevelu des neurones olfactifs (fig. 15). Les excitants physiologiques de la surface olfactive sont les odeurs, que nous ne connaissons pas mieux que les saveurs. Tout ce que nous pouvons constater est qu'il y a des odeurs agréables (parfums) et des odeurs désagréables ; des odeurs à grande puissance, dont le type est le musc ; des odeurs à grande intensité, comme la menthe ; enfin des odeurs mixtes (acide acétique), qui résultent de l'excitation simultanée des nerfs olfactifs et tactiles. D'ailleurs la sensibilité olfactive est très variable chez l'homme ; des personnes peuvent perdre la perception de certaines odeurs et la garder intacte pour d'autres. Enfin le sens de l'odorat paraît, d'une manière générale et par rapport à ce qu'il est chez le sauvage, atténué chez les civilisés, comme les sens de l'audition et de la vision, par suite sans doute des conditions artificielles dans lesquelles nous vivons.

Certains facteurs règlent les sensations olfactives. Il faut d'abord que l'air contenant des particules odorantes arrive avec une certaine force au contact de la région sensible ; l'action de *flairer* est une série de petites inspirations que nous faisons, la bouche fermée, pour mieux percevoir les odeurs ; si nous restons sans respirer, nous cessons au contraire de les sentir. Il faut, en second lieu, que la muqueuse nasale soit humide et saine pour fixer sur le filament olfactif les particules odorantes ; une muqueuse desséchée est insensible aux odeurs ; en outre, quand la muqueuse est encombrée ou enflammée, comme au cours du rhume de cerveau, on cesse aussi de percevoir les odeurs, parce que les enduits muco-purulents ne permettent pas aux particules odorantes d'affecter les filaments olfactifs. Il faut, en troisième lieu, que le milieu respiratoire renferme une quantité suffisante de particules odorantes, quantité d'ailleurs extrêmement faible, ainsi que le montre la persistance de l'odeur dégagée par un grain de patchouli, laquelle reste fort longtemps reconnaissable, sans que ce grain paraisse avoir perdu de son poids. On a essayé de déterminer la plus petite quantité d'un corps odorant capable de produire une sensation : il suffit d'un dixième de millième de milligramme de verveine et de cinq dix-millièmes d'un millième de milligramme de vanilline.

La durée de l'impression est variable avec les odeurs, mais reste en général assez courte ; si elle est trop prolongée, la sensibilité s'émousse par fatigue, comme on le voit chez les ouvriers qui manient les parfums. Aussi est-ce seulement par des excitations courtes et variées qu'on peut développer la finesse de l'odorat. La gamme des odeurs est bien plus étendue que celle des saveurs et on se l'explique par le rôle informateur considérable que remplit l'odorat. Celui-ci permet en effet de reconnaître la nature de l'air environnant et d'y trouver des indications respiratoires, alimentaires et sexuelles. Dans beaucoup d'espèces animales, les mâles sont dirigés vers la femelle par l'odeur qu'elle dégage ; ce sont également les odeurs qui guident les animaux dans la poursuite de leur proie et le choix de leur nourriture, et c'est pourquoi Kant appelait l'odorat « un goût à distance ». Enfin, si les odeurs agréables nous attirent, les désagréables nous repoussent et de la manière la plus utile, en nous permettant d'éviter les émanations toxiques et les méphitiques chargées de microbes. On ne doit pas oublier que les odeurs ont aussi une action nerveuse. Il en est qui sont excitantes, aphrodisiaques, d'autres sédatives et déprimantes. Les premières (benjoin, ambre, musc) ont été utilisées de tout temps dans les orgies ethniques et les cérémonies religieuses, les

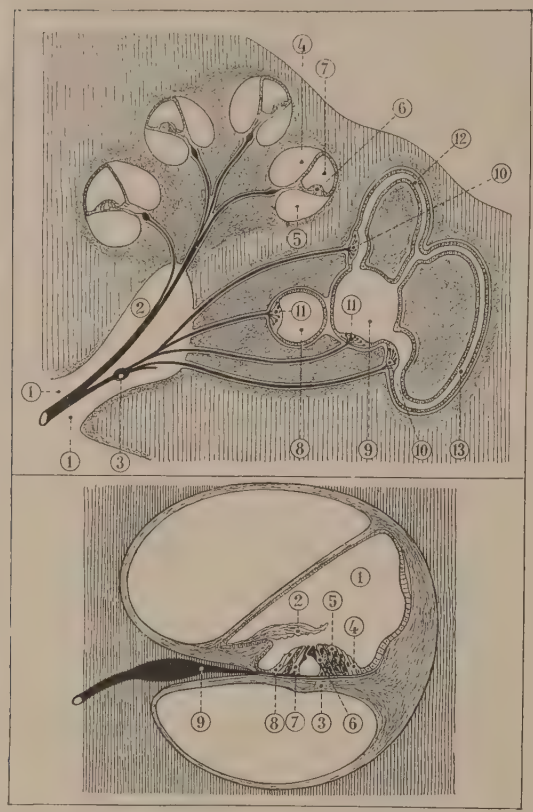


Fig. 16. — L'APPAREIL AUDITIF ▱ *En haut :* Coupe schématique de l'appareil auditif. — 1. *Orifice du canal auditif interne, à la partie postérieure du rocher, montrant le nerf auditif et ses deux branches : 2, le nerf cochléaire, et 3, le ganglion de Scarpa sur le nerf vestibulaire.* ▱ *En haut :* Coupe du limaçon. — 4. *Rampe vestibulaire.* — 5. *Rampe tympanique.* — 6. *Organes de Corti.* — 7. *Canal cochléaire.* — *En bas :* Corps du vestibule. — 8. *Saccule.* — 9. *Utricule.* — 10. *Crête auditive des ampoules des canaux semi-circulaires.* ▱ 11. 11. *Tache auditive du saccule et de l'utricule.* — 12. *Canal semi-circulaire vertical antérieur.* — 13. *Canal semi-circulaire vertical postérieur ; le canal horizontal n'a pu être représenté.* La partie grisée de la figure répond à la masse osseuse du rocher. ▱ *En bas :* Schéma de l'organe de Corti. — 1. *Canal cochléaire.* — 2. *Membrane de Corti.* — 3. *Membrane basilaire.* — 4. *Cellules de soutien.* — 5. *Cellules auditives.* — 6. *Pilier externe.* — 7. *Pilier interne.* — 8. *Cellules auditives internes.* — 9. *Nerf auditif.* (Moreaux, del., d'après Mathias-Duval.)

secondes (rue, stramoine, jusquiame), dans les opérations magiques et en médecine.

AUDITION

L'audition est la fonction qui nous fait connaître les modifications du monde extérieur déterminant l'ébranlement des fluides et surtout de l'air. Son organe, l'oreille, est adapté à recueillir et à transmettre au cerveau les bruits et les ondes sonores. Il se divise en trois parties, décrites précédemment. L'oreille externe, qui joue le rôle de cornet acoustique, rassemble et conduit les sons à la membrane du tympan séparant l'oreille externe de l'oreille moyenne ou caisse du tympan. Agitée par les mouvements de l'air, cette membrane communique à la chaîne des osselets de l'oreille moyenne, laquelle est directement en rapport avec l'extérieur par la trompe d'Eustache, les vibrations qu'elle transmet, d'une part par la fenêtre ovale, de l'autre par la fenêtre ronde, à l'oreille interne (fig. 16). Cette dernière ou labyrinthe est formée d'une série de cavités, canaux semi-circulaires, ventricule (utricule et saccule) et limaçon. Au point de vue de l'audition, le limaçon est la partie la plus importante de l'oreille interne, car il renferme les organes de Corti, dont la constitution doit être ici brièvement rappelée. Le limaçon est partagé en deux par la lame spirale, dont la partie membraneuse ou membrane basilaire est formée de fibres transversales élastiques, tendues comme des cordes de harpe entre la lame et la paroi du limaçon. L'organe de Corti est représenté par deux piliers qui s'affrontent en arcades, chaque pilier reposant sur une des cordes (au nombre de 6 000 environ) de la membrane basilaire. Le sommet des piliers se prolonge en haut en une membrane réticulée, entre les mailles de laquelle passent les cils des cellules auditives. Ce sont de petits éléments cylindriques, munis de prolongements ou cils qui plongent dans l'endolymphe, liquide baignant les cavités de l'oreille interne et contenant une fine poussière de carbonate de chaux (otolithes et otoconies). Ces cellules sont disposées sur les côtés des organes de Corti et leur base est enveloppée par le chevelu de neurones sensitifs périphériques appartenant à la branche cochléaire du nerf auditif, qui parvient à l'oreille interne par le conduit auditif interne creusé dans l'os du rocher. Par suite de ses dispositions, les vibrations de l'air transmises par la fenêtre ovale à l'endolymphe et à ses poussières vont exciter les cils des cellules auditives ; celles-ci créent l'influx dans les terminaisons du nerf cochléaire, qui, par ses connexions, le transporte jusqu'au centre cortical de l'audition et transforme ainsi l'onde sonore en sensation. La seconde branche du nerf auditif ou nerf vestibulaire, qui se rend aux taches auditives de l'utricule et du saccule et aux canaux semi-circulaires, paraît intervenir moins dans l'audition que dans l'équilibration des attitudes du corps.

On distingue les sons des bruits en ce que ceux-ci sont irréguliers, tandis que les sons répondent à des mouvements de l'air régulièrement périodiques. Le son a trois qualités : 1° l'intensité, qui dépend de l'amplitude des vibrations ; 2° la hauteur, qui dépend du nombre des vibrations par seconde ; et 3° le timbre, qui dépend de la superposition au son fondamental d'un certain nombre d'harmoniques, c'est-à-dire de sons produits par des vibrations deux, trois, quatre fois plus nombreuses dans le même temps. Par quel mécanisme ces différentes qualités des sons nous deviennent-elles perceptibles ? Pour l'expliquer, on a imaginé la *théorie de la harpe*. Nous avons vu que la partie membraneuse de la

lame spirale se résoud en fibres élastiques fines et parallèles dont la longueur augmente de la base au sommet du limaçon ; ces fibres ou cordes, tendues chacune pour une vibration déterminée, transmettent l'ébranlement à l'organe de Corti qui repose sur elles. Comme une oreille bien exercée peut percevoir 5 000 à 6 000 sons différents, on suppose qu'à la vibration de chacune de ces cordes répond pour nous un son défini, grave pour les cordes les plus longues, aigu pour les plus courtes, plusieurs cordes pouvant vibrer simultanément, ce qui permet d'analyser les bruits et sons complexes qui parviennent à notre oreille.

Les limites de l'audition oscillent entre 16 (ut^2, orgue) et 38 000 vibrations par seconde ; mais pratiquement notre sensibilité auditive ne dépasse guère 4 698 vibrations ($ré^7$, petite flûte). L'acuité auditive se rapporte donc non seulement à l'intensité mais aussi à la hauteur du son ; elle se montre du reste très variable avec les individus et caractérise la finesse ou la dureté de l'oreille. En ce qui concerne le timbre, son appréciation est subordonnée à la justesse de l'oreille ; il permet de distinguer l'instrument qui émet le son et de reconnaître la personne qui parle ou chante. Comme toutes les autres, la fonction auditive se fatigue pour un son donné, mais cette fatigue ne persiste que quelques secondes et n'empêche pas d'entendre un son plus grave ou plus aigu que celui pour lequel s'est produite la fatigue.

L'excitation auditive a un temps de réaction d'environ 146 millièmes de seconde et l'impression qu'elle provoque ne se prolonge pas beaucoup au delà de sa propre durée ; elle laisse cependant juger de la distance de la source sonore d'après son intensité et de sa direction d'après la position que doit prendre l'oreille pour trouver son maximum d'intensité. Enfin les sensations auditives sont indifférentes, agréables ou pénibles : c'est ce qui détermine leur ton. Celui-ci s'applique aussi bien aux sensations simultanées qu'aux sensations successives, parce que l'oreille peut recevoir des impressions multiples au milieu desquelles elle est capable de discerner et de suivre un son spécial. L'harmonie en musique est basée sur ces deux propriétés de la fonction auditive. Tout le monde sait que la combinaison des sons exerce une influence sur le système nerveux, certains étant irritants, d'autres calmants et provoquant, suivant les cas, la tristesse ou la joie. Aussi a-t-on pensé à utiliser la musique pour le traitement de certains états psychopathiques.

VISION

Par la fonction visuelle mieux encore que par la fonction auditive, nous sommes informés de ce qui se passe autour de nous et acquérons une notion de l'espace plus vaste et plus précise que celle que donne le sens du toucher. De tous les moyens d'information, la vue est celui qui renseigne le plus complètement sur les états successifs du monde extérieur.

Cette fonction s'exerce par l'œil. Adapté à recevoir les impressions lumineuses et à les transmettre au cerveau, cet organe est très délicat. Aussi est-il protégé contre ce qui peut lui nuire par diverses dispositions anatomiques : les orbites, cavités osseuses très solides ; les paupières, où se trouve le muscle orbiculaire ; quand un danger menace l'œil ou que des corps étrangers viennent à son contact, ce muscle ferme automatiquement les paupières ; sur le bord libre de celles-ci, on trouve d'autre part les cils, qui arrêtent les poussières, et de petites glandes dont le produit sébacé maintient la souplesse des cils et du rebord palpébral ; à la partie interne des paupières, la fine membrane de la conjonctive se replie et passe devant l'œil en devenant transparente ; enfin les sourcils protègent ce dernier contre l'écoulement de la sueur. Les glandes lacrymales, situées dans l'angle supérieur et interne de l'orbite, jouent aussi un rôle protecteur très important ; elles sécrètent les larmes, formées d'un liquide aqueux et alcalin, renfermant 1,4 p. 100 de chlorure de sodium, d'où leur goût salé ; déversées dans le repli supérieur de la conjonctive, elles maintiennent celle-ci constamment humide, car si elle se desséchait, la conjonctive cesserait d'être transparente. Quand, sous l'influence d'une excitation, la sécrétion lacrymale se produit en excès, le liquide gagne le canal nasal, qui débouche dans le méat inférieur de la narine : c'est pourquoi, lorsqu'on pleure ou qu'on a très froid, le besoin de se moucher se fait souvent sentir ; enfin si la sécrétion est trop copieuse, les larmes peuvent déborder des paupières et couler le long des joues. Le réflexe qui commande la sécrétion des larmes

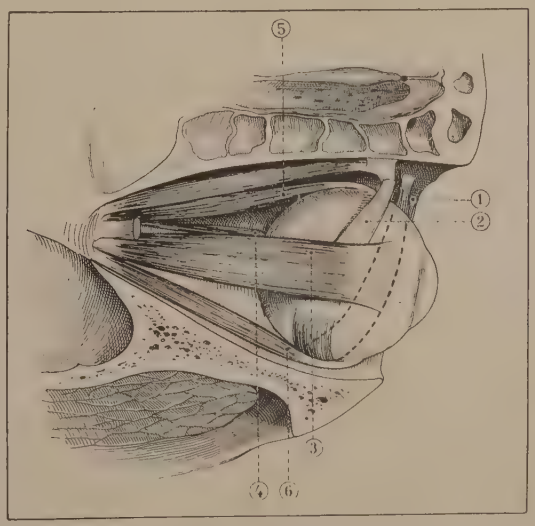


Fig. 17. — COUPE HORIZONTALE DE L'ORBITE DROITE, VUE D'EN HAUT ø Muscles moteurs de l'œil. — 1. *Petit oblique.* — 2. *Grand oblique.* — 3. *Droit supérieur.* — 4. *Droit inférieur.* — 5. *Droit interne.* — 6. *Droit externe.* (Moreaux, del.)

est déterminé par des actions périphériques ou centrales. Si un caustique ou un corps étranger vient exciter la conjonctive, la sécrétion lacrymale augmente beaucoup et dilue ainsi le caustique ou tend à entraîner au dehors le corps étranger ; mais alors l'hypersécrétion est unilatérale et ne se produit que du côté atteint. Au contraire, quand l'excitation est centrale, la sécrétion est bilatérale ; c'est le cas d'une irritation de la rétine par une lumière trop intense. Il en est de même quand intervient une excitation d'origine corticale, émotion vive, douleur, chagrin, joie, etc.

L'œil est mobile dans son orbite et capable, grâce à plusieurs muscles (fig. 17), d'explorer, sans que la tête remue, tous les points de l'espace vers lequel le visage est tourné ; ces muscles sont : le droit supérieur qui dirige l'œil en haut, le droit inférieur, qui le dirige vers le bas ; le droit externe le porte en dehors, le droit interne en dedans ; le grand oblique fait tourner l'œil droit dans le sens des aiguilles d'une montre et l'œil gauche en sens inverse, et enfin le petit oblique, antagoniste du précédent ; au total, six muscles, distribués par paires à action contraire (droits supérieur et inférieur, droits externe et interne, grand et petit obliques), de telle sorte que la contraction d'un muscle d'une paire suppose le relâchement d'un muscle opposé de la même paire. Comme nous voyons normalement des deux yeux en même temps, leurs mouvements doivent être rigoureusement synergiques et coordonnés. On sait qu'il est impossible de regarder simultanément en bas d'un œil et en haut de l'autre. Il faut donc qu'il y ait aux mouvements des deux yeux un centre commun. En réalité, ce centre est double, car il existe dans l'écorce occipitale de chaque hémisphère, associé aux centres visuels ; c'est là le point de départ des mouvements volontaires des yeux ; les autres sont purement réflexes et inconscients.

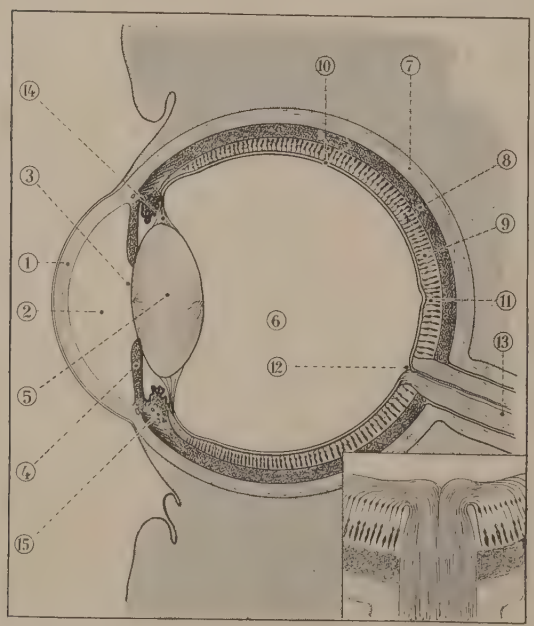


Fig. 18. — COUPE VERTICALE ANTÉRO-POSTÉRIEURE DE L'ŒIL. 1. *Cornée transparente.* — 2. *Chambre antérieure.* — 3. *Pupille.* — 4. *Iris.* — 5. *Cristallin.* — 6. *Corps vitré.* — 7. *Sclérotique.* — 8. *Choroïde.* — 9. *Rétine.* — 10. *Hyaloïde.* — 11. Macula lutea. — 12. *Tache aveugle* (punctum cæcum). — 13. *Nerf optique.* — 14. *Ligament suspenseur.* — 15. *Procès ciliaires.* — Dans le petit carton à droite, tache aveugle montrant l'épanouissement du nerf optique. (Moreaux, del.)

L'œil est de forme sphérique, ce qui facilite ses mouvements, et constitué par des membranes concentriques (fig. 18), la sclérotique, la choroïde et la rétine, renfermant des milieux transparents. La sclérotique (ou blanc de l'œil), percée en arrière d'une ouverture pour le passage du nerf optique, est, en avant, transparente (cornée transparente) et légèrement bombée ; la choroïde présente, à sa partie interne, une couche de cellules à pigment noir qui fait de la cavité oculaire une véritable chambre noire ; en avant, elle s'interrompt et forme un bourrelet, les procès ciliaires, dont une membrane encadre le cristallin de plis radiaires ; au-devant du cristallin, ceux-ci forment un diaphragme, l'iris, percé d'un trou, la pupille. L'iris possède des fibres musculaires lisses circulaires, innervées par le moteur oculaire commun, et des fibres radiées innervées par le grand sympathique ; les premières, en se contractant, diminuent le diamètre de la pupille ; les secondes, au contraire, l'augmentent. Comme les centres qui commandent à ces mouvements sont situés dans la moelle cervico-dorsale, toute excitation portée par des nerfs sensitifs (trijumeau, pneumogastrique, sciatique) ou de l'écorce cérébrale, des corps opto-striés et des tubercules quadrijumeaux, agit sur l'iris pour dilater ou contracter la pupille ; celle-ci de même se rétracte quand la lumière est trop vive et l'objet proche, tandis qu'elle s'agrandit quand la lumière est faible et l'objet éloigné. C'est pourquoi l'iris est regardé comme un véritable *esthésiomètre* ou appareil d'enregistrement de la sensibilité. Il est diversement coloré, suivant la quantité de pigment que renferment les cellules iriennes. Quant à la pupille, elle est noire d'ordinaire parce qu'elle ouvre sur la cavité oculaire tapissée par les cellules choroïdiennes, mais rose chez les albinos, parce que, le pigment choroïdien faisant défaut chez eux, elle laisse apercevoir la teinte que les petits vaisseaux donnent au fond de l'œil. Enfin le cristallin représente une lentille biconvexe, transparente, entourée d'une membrane mince et solide, le cristalloïde.

Des membranes de l'œil, la rétine est la seule sensible aux vibrations lumineuses ; elle tapisse la face interne de la choroïde et s'étend en avant jusqu'à la région ciliaire ; elle représente l'épanouissement du nerf optique qui débouche un peu au-dessus de l'axe antéro-postérieur de l'œil, en un point dit *aveugle* (*punctum cæcum*), parce qu'il est insensible aux rayons lumineux ; la rétine offre en outre, coïncidant avec l'extrémité postérieure de l'axe qui passe par le centre de la pupille et du cristallin, une petite dépression, la *tache jaune*

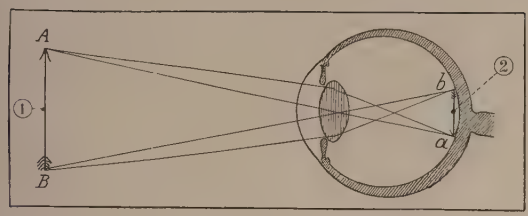


Fig. 19. — FORMATION DE L'IMAGE DANS L'ŒIL ø *L'objet 1 a son image renversée 2, par suite du passage des rayons lumineux dans les milieux réfringents de l'œil.* (Moreaux, del.)

(*macula lutea*), qui, à l'inverse du *punctum cæcum*, est extrêmement sensible aux impressions lumineuses.

Sur une coupe de la rétine, on distingue trois couches qui sont, en partant de la face choroïdienne : 1° les cellules visuelles, qui se présentent sous forme de bâtonnets ou de cônes ; 2° une première couche nerveuse présentant deux sortes de neurones : des neurones bipolaires ayant la signification de neurones sensitifs périphériques, dont le chevelu vient enserrer soit les cellules à bâtonnets, soit les cellules à cône ; des neurones horizontaux d'association mettant en rapport, d'une part les cellules visuelles, de l'autre les divers neurones sensitifs ; 3° enfin une dernière couche nerveuse, formée de neurones multipolaires ayant la signification de neurones sensitifs centraux et dont le chevelu s'articule avec les axones des neurones bipolaires ; leurs axones forment les fibres du nerf optique. Quant au pigment rouge, *pourpre rétinien* ou *érythropsine*, qui colore la partie externe des bâtonnets et provient des pigments de la choroïde, il a la propriété de se détruire à la lumière et de se régénérer à l'obscurité.

Les fibres du nerf optique remontent jusqu'aux centres ganglionnaires, d'où partent de nouvelles fibres qui arrivent enfin aux quatrième et cinquième circonvolutions occipitales, centres de la vision. Mais, à côté de cette voie centripète que suivent les excitations parties de la rétine, existe une voie centrifuge ou descendante, qui, naissant des centres corticaux (voie volontaire) ou ganglionnaires (voie réflexe), suit en sens inverse le même trajet que ci-dessus pour aboutir, soit aux noyaux oculo-moteurs déterminant les mouvements nécessaires à la vision, soit au nerf optique.

La cavité oculaire renferme deux liquides parfaitement transparents à l'état normal : l'humeur aqueuse, entre la cornée transparente et le cristallin, dans la chambre antérieure de l'œil ; elle ne contient que des traces d'albumine et de chlorure de sodium ; et l'humeur vitrée, entre le cristallin et la rétine : c'est une substance gélatineuse, filante, très voisine comme composition de la précédente.

En somme, un rayon lumineux parti de l'extérieur et venant frapper la rétine traverse successivement : la cornée transparente, l'humeur aqueuse, le cristallin et l'humeur vitrée. Or, tous ces milieux transparents, étant plus réfringents que l'air ambiant, dévient plus ou moins les rayons lumineux, mais ils les ramènent finalement dans la même direction, et la triple réfraction que subissent ces rayons a pour résultat de les faire converger sur l'axe antéro-postérieur de l'œil et de les amener sur la rétine. Il s'ensuit que le champ de la vision distincte, qui ne se produit que sur la *macula lutea*, est très étroit et c'est pourquoi, quand on lit, par exemple, on ne voit guère positivement que quelques lettres à la fois. On peut donc comparer l'œil à un appareil formé par la superposition de plusieurs lentilles, dont la principale est le cristallin, et dans lequel les rayons lumineux marchent suivant les lois de l'optique.

Magendie, expérimentant sur un œil de bœuf rendu transparent, a montré que les objets extérieurs donnent sur la rétine des images réelles, mais renversées. Il faut donc que l'éducation intervienne pour redresser les images et nous habituer à les voir droites. C'est le toucher, chez l'enfant, qui amène peu à peu ce redressement et ses tâtonnements aboutissent à plier progressivement le cerveau à l'opérer automatiquement.

Pour que l'image soit parfaitement nette et la vision distincte, il est nécessaire : 1° que les milieux réfringents soient homogènes et aient leur surface de même courbure, autrement le foyer des rayons lumineux n'est plus unique et la vision devient imparfaite : c'est l'*astigmatisme* ; 2° que l'image vienne se former exactement sur la rétine et non en deçà ni au delà (fig. 19) ; mais la réalisation de cette condition dépend de la distance de l'objet formant l'image. En effet, si l'objet est trop éloigné de l'œil, son image se forme en avant de la rétine ; s'il est

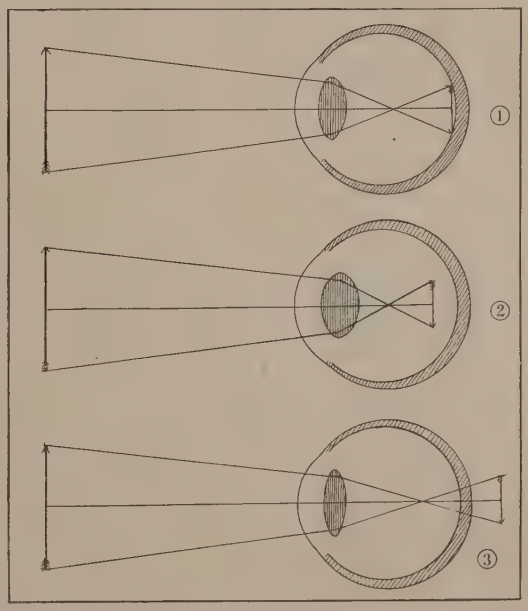


Fig. 20. — FORMATION DE L'IMAGE DANS LES DIFFÉRENTS YEUX ø 1. *Œil emmétrope, œil normal ; l'image se forme sur la rétine.* — 2. *Œil myope ; l'œil étant allongé, l'image se forme en avant de la rétine.* — 3. *Œil hypermétrope ; l'œil étant trop court, l'image se forme en arrière de la rétine.* (Moreaux, del.)

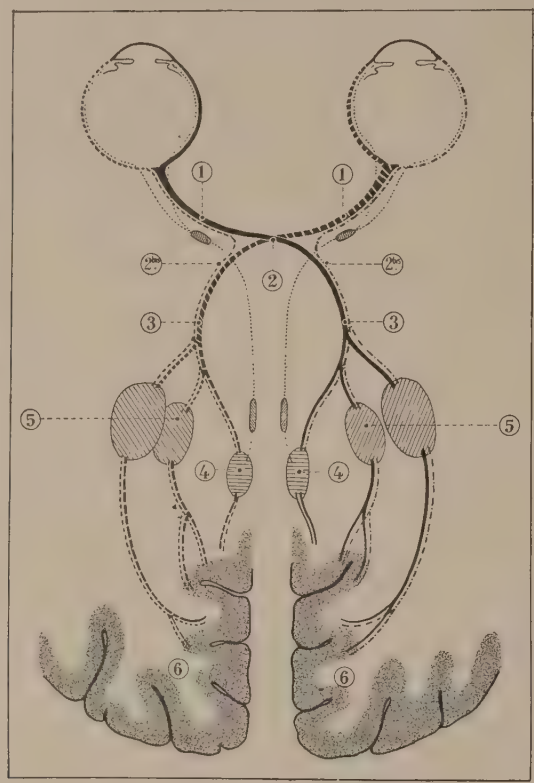


Fig. 21. — TRAJET DES IMPRESSIONS LUMINEUSES *Parties de la rétine, elles suivent les nerfs optiques* 1, *dont certaines fibres s'entre-croisent au chiasma* 2 *; les autres,* 2 bis, *restant du même côté, arrivent dans les bandelettes optiques,* 3, *et se terminent dans les centres optiques primaires, tubercules quadrijumeaux antérieurs,* 4, *corps genouillé externe,* 5. *De là, elles se dirigent enfin vers le centre visuel de l'écorce,* 6. (Moreaux, del., d'après Terrien.)

trop rapproché, elle se forme en arrière, et, dans les deux cas, la vision manque de netteté. Dès lors, pour que l'image se forme toujours sur la rétine, l'accommodation de l'œil aux distances variables des objets devient indispensable.

Cette accommodation se fait par une modification automatique de la courbure antérieure du cristallin. A partir de 65 mètres et au delà, jusqu'à l'infini, elle est, dans l'œil normal, telle que l'image se forme exactement sur la rétine sans accommodation ; mais, si l'objet est plus près de l'œil, l'image se formant maintenant en arrière de la rétine, l'accommodation intervient pour augmenter la courbure du cristallin et ramener l'image sur la rétine, à la condition pourtant que la distance de l'objet ne soit pas inférieure à 12 ou 15 centimètres, distance minima de la vision distincte. Plus près encore, l'accommodation ne se fait plus et la vision devient indistincte, parce que la courbure du cristallin a des limites imposées par sa propre structure et par la disposition des organes qui l'entourent. D'ailleurs, par l'effet naturel de l'âge, le pouvoir d'accommodation diminue de telle sorte que le cristallin ne peut plus se courber suffisamment et que la distance minima de la vision distincte grandit et passe à 30, 50 centimètres et davantage : c'est la *presbytie*.

Cependant l'œil normal ou *emmétrope* (fig. 20[1]) devient, surtout dans les pays civilisés, presque l'exception. Souvent l'axe antéro-postérieur se montre trop court ou trop long, autrement dit, l'œil trop aplati ou trop allongé. Dans le premier cas, l'image se fait en arrière de la rétine et la distance minima de la vision distincte s'éloigne ; l'œil est dit *hypermétrope* (fig. 20[3]) et sa vision est analogue à celle du presbyte, mais pour une cause différente ; dans le second, l'image se forme en avant de la rétine et la distance minima de la vision distincte est réduite à quelques millimètres ; l'œil est dit *myope* (fig. 20[2]). Ces anomalies se corrigent aisément à l'aide de verres bicon caves ou biconvexes, qui ramènent la formation de l'image sur la rétine même et assurent ainsi la vision distincte aux distances normales.

La connaissance de la marche des rayons lumineux dans les milieux réfringents de l'œil et des conditions de la formation de l'image sur la rétine ne nous apprend encore rien de la sensation visuelle, dont nous devons maintenant examiner le mécanisme.

Comme on l'a vu par l'existence du point aveugle, la partie de la rétine impressionnable par les rayons lumineux est uniquement représentée par les cônes et les bâtonnets. Quelle modification la lumière y détermine-t-elle? On a constaté que, sous son influence, les cônes se raccourcissent et s'élargissent, tandis qu'ils se rétrécissent et s'allongent à l'obscurité. De plus, la couche des cônes et des bâtonnets étant négative par rapport aux couches internes, l'excitation lumineuse produit des variations concomitantes dans l'état électrique. Ces modifications affectent le chevelu du neurone sensitif périphérique, qui enveloppe la base des cellules à cônes et à bâtonnets, et produisent l'influx qui va se propager jusqu'au centre visuel. Mais les cônes et les bâtonnets n'ont pas le même rôle. Les bâtonnets paraissent sensibles à l'intensité ou quantité des rayons lumineux et les cônes à leur qualité ou longueur d'onde, c'est-à-dire aux couleurs. C'est ce qui explique que la taupe et les oiseaux nocturnes, qui n'ont pas grand besoin de distinguer les couleurs, n'aient pas ou presque pas de cônes et que notre *lutea*, où il n'y a que des cônes, reçoive l'impression lumineuse même très faible exclusivement sous forme de couleurs. Dans ces phénomènes, le pourpre rétinien semble sensibiliser les bâtonnets. Nous sommes « éblouis » quand nous passons de l'obscurité à la lumière parce que le pourpre régénéré a augmenté la sensibilité aux radiations lumineuses ; de même nous cessons d'abord de voir, quand nous passons du grand jour aux ténèbres, puis nous nous habituons peu à peu à discerner les objets parce que le pourpre, détruit à la lumière, se régénère peu à peu dès que nous sommes dans l'ombre. Des recherches récentes ont cependant établi que cônes et bâtonnets réagissent aux radiations colorées, mais à des radiations différentes

par leur longueur d'onde, les cônes aux ondes les plus longues, rouge, orangé, jaune, qui sont aussi les plus éclatantes, et les bâtonnets aux plus courtes, vert, bleu, violet. On a poussé encore plus loin l'analyse de cette différenciation fonctionnelle pour expliquer les phénomènes d'achromatopsie partielle, notamment le *daltonisme*, et les contrastes. Il a été ainsi reconnu que les couleurs fondamentales ne sont pas le rouge, le jaune et le bleu, mais bien le rouge, le vert et le violet, de la combinaison desquelles résulte la lumière blanche. Th. Young, puis Helmholtz ont donc imaginé qu'il existe des fibrilles nerveuses impressionnables pour chacune de ces couleurs, de façon que, si la rétine est fatiguée pour une couleur, sa complémentaire apparaît. On sait en effet que si nous regardons quelque temps un objet rouge et que nous portions ensuite notre regard sur une feuille blanche, l'image de l'objet nous apparaît non plus en rouge, mais en vert qui est complémentaire du rouge : tel est le *contraste successif*. Si on place un cercle de papier blanc sur du papier vert, le cercle se teint en rouge : c'est le *contraste simultané*. Un phénomène analogue se produit du reste indépendamment de la couleur ; lorsque nous avons regardé un objet brillant, nous continuons d'en voir quelque temps l'image *positive* ; mais peu à peu cette image pâlit et fait place à une image *négative* dans laquelle les parties blanches sont remplacées par des parties sombres comme dans un négatif photographique. On suppose donc en conséquence que les gens affectés de daltonisme, qui ne voient pas le rouge, ne possèdent pas de fibrilles nerveuses impressionnables par les longueurs d'onde répondant au rouge.

L'impression produite par un objet sur la rétine dure environ un vingtième de seconde après que nous avons cessé de la recevoir. Il en résulte que si les objets que l'on fait passer devant l'œil se succèdent à des intervalles plus courts, la vision paraît continue. C'est en utilisant ce fait que les frères Lumière ont inventé le cinématographe.

Sauf au niveau de la tache jaune, cônes et bâtonnets sont à peu près également répartis sur la rétine. D'un autre côté, les mouvements de l'œil et les efforts d'accommodation portent l'image de l'objet à l'extrémité de l'axe antéro-postérieur, c'est-à-dire sur la tache jaune qui occupe ce point et où a lieu la vision distincte. L'acuité visuelle se mesure par la distance la plus grande à laquelle on distingue nettement les objets. Mais les rayons lumineux ne frappent pas que ce point ; passant par la pupille, ils atteignent tout l'hémisphère postérieur de la rétine qu'ils impressionnent, délimitant ainsi l'étendue du champ visuel. Au surplus, la lumière, quand elle vient frapper fortement un point de la rétine, tend à irradier son ébranlement aux régions immédiatement voisines, et c'est là la source des illusions d'optique. En voici un exemple : considérons deux carrés égaux, blanc sur fond noir et noir sur fond blanc ; malgré leur égalité, le carré blanc nous semble plus grand parce qu'il y a irradiation du carré blanc vers le fond noir et du fond blanc vers le carré noir, ce qui fait paraître celui-ci plus petit.

Nous avons deux yeux et par conséquent voyons deux images de l'objet que nous regardons ; ces deux images sont différentes, puisque la projection a lieu sur deux points de l'espace. Cependant nous ne voyons qu'une image, parce que les deux images réelles se superposent en des points correspondants de la rétine, dont l'excitation se confond dans les centres visuels, si bien que nous n'avons que la sensation d'une seule image, en *relief*, ce qui nous donne la notion de la distance. Un borgne ne voit que la forme des objets qui lui apparaissent tous placés dans le même plan. Par suite, l'enfant doit apprendre à fusionner les deux images oculaires, comme il apprend à les redresser, et cette éducation est facilitée par la disposition du système nerveux visuel. En effet, certaines fibres des deux nerfs optiques se croisent dans le *chiasma* (fig. 21), de sorte que les impressions de l'œil droit se transmettent à l'œil gauche et réciproquement ; mais d'autres fibres ont un trajet direct et restent du même côté de l'encéphale. Il en résulte que deux impressions lumineuses, atteignant simultanément des points correspondants des deux rétines, fournissent au cerveau une sensation synchrone et qui semble unique. C'est pourquoi, malgré la production sur le fond de l'œil de deux images différentes, nous ne voyons normalement pas double.

PHONATION

La phonation est une fonction d'information spéciale, en ce sens que l'individu qui parle renseigne, non lui-

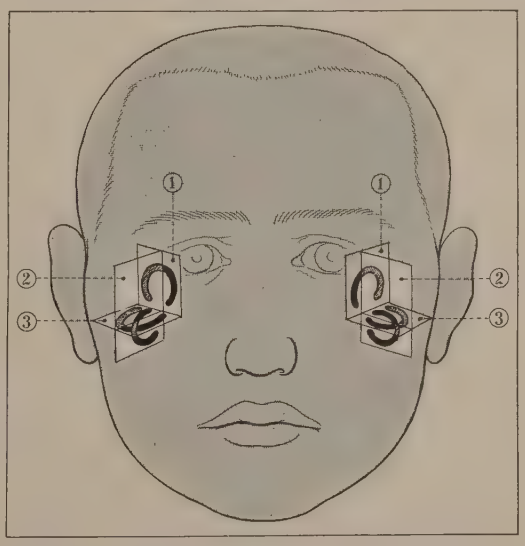


Fig. 22. — CANAUX SEMI-CIRCULAIRES ▰ Figure montrant la disposition des canaux semi-circulaires par rapport à la face dans les trois plans de l'espace. — 1. *Plan du canal vertical antérieur.* — 2. *Plan du canal vertical postérieur.* — 3. *Plan du canal horizontal.* (Moreaux, del.)

même, mais les autres par le moyen de l'audition ; c'est donc surtout une fonction de *transmission d'informations* et on comprend sans peine l'influence énorme que le langage a exercé et exerce sur le développement mental, en considérant qu'il fait profiter un homme de l'expérience acquise par tous.

Son organe est le larynx, qui communique avec le pharynx par l'épiglotte. Sa cavité présente de haut en bas une série de rétrécissements, dont les cordes vocales supérieures, ainsi appelées à tort puisqu'elles ne jouent pas de rôle appréciable dans la phonation, et les cordes vocales inférieures, ou vraies cordes vocales, limitant l'orifice phonateur ou glotte. Ce sont seulement des cartilages qui forment l'ossature du larynx : cartilage thyroïde dont la saillie en avant constitue la *pomme d'Adam* ; cartilage cricoïde, placé sous le précédent et supportant les deux cartilages aryténoïdes qui sont mobiles ; quand ils se portent en dehors, la glotte se dilate et prend une forme losangique ; quand ils se portent en dedans, la glotte affecte une forme triangulaire; enfin, quand ils se rapprochent l'un de l'autre, l'ouverture glottique est réduite à une simple fente. La forme losangique se réalise pendant l'inspiration, la forme linéaire pendant l'expiration et surtout la phonation et l'effort. Sur les cartilages, des muscles s'insèrent : le crico-aryténoïdien postérieur sert à dilater la glotte, le thyro-aryténoïdien à en assurer l'occlusion.

Le larynx est innervé par les nerfs laryngés supérieurs et inférieurs : les premiers sont sensibles, mais contiennent des filets vaso-moteurs issus du sympathique cervical ; les seconds, ou récurrents, vont aux muscles, mais renferment des filets du nerf spinal qui est le nerf vocal, sa section entraînant la perte de la voix. En raison de sa double fonction, respiratoire et vocale, le larynx possède deux centres nerveux : le centre respiratoire, situé dans la substance grise de la moelle allongée, et le centre phonateur, situé dans le bulbe ; ce dernier communique à son tour avec un centre cortical, car la fonction vocale se traduit par des actes volontaires.

C'est l'expiration de l'air contenu dans les poumons qui produit la voix en faisant vibrer la glotte à la manière, non d'un sifflet, mais d'un tuyau à anche. Encore ne peut-on vraiment comparer le larynx à aucun instrument de musique, à cause des changements de longueur, d'épaisseur et de tension que subit à chaque instant la glotte et d'où résultent les modulations si diverses de la voix humaine.

Quant aux diverses parties du canal aérien qui précèdent et suivent le larynx et exécutent certains mouvements pendant la production des sons, elles servent de caisse de renforcement. Ainsi, pendant l'émission des sons aigus, le larynx monte et la tête se renverse ; pendant l'émission des sons graves, il descend et le menton s'abaisse, parce que la trachée, agissant comme appareil de résonance, doit se tendre plus ou moins pendant les sons. Interviennent dans le même sens les bronches, les poumons, la cage thoracique. C'est par le jeu de ses parties consonantes et aussi par les mouvements appropriés de la langue et des lèvres qu'a lieu l'articulation du langage.

En réalité, la glotte ne peut produire qu'un seul son inarticulé, le son glottique, qui se différencie par l'intensité, la hauteur et même le timbre. L'intensité dépend de l'amplitude des vibrations des cordes vocales et par conséquent de la force avec laquelle le courant d'expiration vient les frapper; de son côté, cette force est en rapport avec le développement des poumons, l'ampleur de la cage thoracique et la puissance des muscles expirateurs. La hauteur dépend du nombre des vibrations, donc de l'état de tension des cordes, qui produisent un son d'autant plus aigu qu'elles sont plus contractées. Aussi la voix humaine donne-t-elle deux séries de gammes, la plus basse, dite *voix de poitrine*, répondant à une glotte ouverte et vibrant dans toute son étendue, l'autre dite *voix de tête*, répondant à une glotte partiellement ouverte et vibrant seulement dans sa partie interligamenteuse ; c'est la vibration des cavités sus-laryngiennes qui confère son caractère spécial à la *voix de fausset*. Dans ces conditions, la voix d'une personne peut parcourir en général deux octaves continues, mais placées à une hauteur variable subordonnée aux dimensions des cordes vocales. Courtes et minces chez l'enfant et la femme, plus longues chez l'homme adulte, elles s'épaississent et se sclérosent dans la vieillesse et voilà pourquoi le diapason baisse avec l'âge. Comme les limites normales de la voix humaine oscillent entre 162 (mi^1) et 2 065 vibrations (ut^5), on a pu distinguer plusieurs sortes de voix, basse, baryton, ténor, contralto, mezzo-soprano et soprano, allant des plus basses aux plus hautes, les trois dernières étant des voix de femme. Quant au timbre, il provient de ce que l'anche laryngienne peut donner, en outre du son glottique fondamental, des harmoniques ; mais ce qui confère surtout son caractère à ce timbre est le renforcement de certains de ceux-ci au niveau du pharynx, des fosses nasales, de la bouche, etc.

Tous les animaux pourvus d'un larynx, mammifères, oiseaux, batraciens, émettent des sons glottiques qui représentent leur voix ; l'homme seul est doué de voix articulée. Elle est constituée par l'association au son glottique modifié par les cavités pharyngiennes et buccales et qui donne les voyelles, de bruits produits dans ces mêmes cavités et qui sont les *consonnes* ; le tout s'agence en syllabes et en mots, traduisant les idées et aboutissant à la parole, grâce à laquelle l'homme communique aux autres sa propre pensée.

SENSATIONS INTERNES

Tandis que les sensations externes nous informent des modifications du monde extérieur, les sensations internes nous renseignent sur notre propre état fonctionnel et ses changements. Mais les renseignements

qu'elles apportent ainsi, ne parvenant qu'indirectement à la conscience sous forme d'incitations au mouvement, demeurent imprécis, mal localisés, et c'est pourquoi l'étude des sensations internes est encore peu avancée.

On peut les partager en deux groupes : celui des sensations correspondant à des suspensions de fonctions ou *besoins* et celui des sensations correspondant au contraire à l'exercice des fonctions.

BESOINS

Toute gêne ou tout arrêt de fonction organique détermine une modification du sympathique qui, par les rameaux communicants, arrive au cerveau sous forme d'incitations à rétablir le jeu de la fonction : c'est le besoin. Certains besoins sont en rapport avec les fonctions digestives, faim et soif, d'autres avec la fonction respiratoire, rénale, génitale ; les derniers expriment des suspensions d'habitude (besoin de tabac, d'alcool, de morphine, etc.) et doivent être rangés parmi les conséquences des intoxications. Le besoin lui-même est un sentiment désagréable et parfois pénible, mais sa satisfaction est toujours accompagnée d'un certain plaisir.

SENS DE L'ÉQUILIBRE

Ce sens est une fonction du cervelet. Les impressions d'origine tactile, motrice, visuelle, labyrinthique, qui parviennent aux centres nerveux y provoquent une réaction entraînant les contractions musculaires nécessaires au maintien ou au rétablissement de l'équilibre du corps dans les diverses positions qu'il prend et les mouvements qu'il exécute, marche, course, saut, etc. Parmi ces impressions, celles qui sont issues des canaux semi-circulaires (fig. 22) tiennent une place prépondérante.

Ces canaux sont disposés suivant les trois plans de l'espace : hauteur (canal vertical supérieur), largeur (canal vertical antérieur) et profondeur (canal horizontal). Or, les lésions de chacun de ces canaux déterminent des troubles particuliers de l'équilibre (fig. 23) : pour le premier, culbute en arrière et chute sur le dos; pour le second, culbute en avant et, pour le dernier, mouvements de manège et rotation autour d'un axe vertical. Il faut donc admettre que, à l'état normal, les impressions labyrinthiques, déterminées par les déplacements de la tête, se transmettent, par la voie centripète du nerf vestibulaire, au cervelet, qui est le centre de la régulation des mouvements capables de maintenir l'équilibre, et le sens de l'équilibre consiste en la connaissance que nous avons de ces mouvements et de la situation de notre corps dans l'espace.

On s'en rend compte par le *vertige*, qui est le sentiment de notre instabilité dans l'espace par rapport aux objets environnants. Si nous tournons rapidement, pendant un certain temps, autour d'une table ronde par

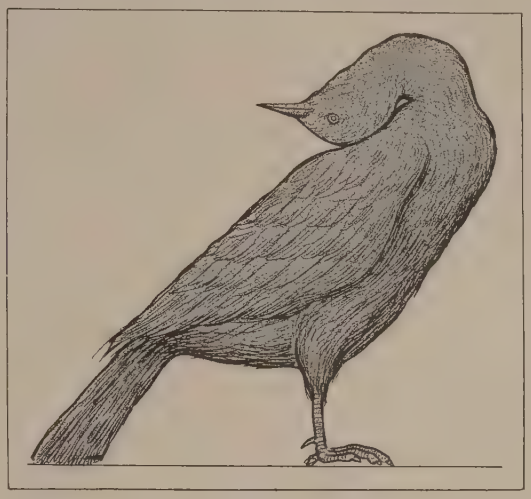


Fig. 23. — PIGEON PRIVÉ DE SES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES. Le pigeon se renverse en arrière par suite du relâchement des muscles fléchisseurs de la tête. (Moreaux, del., d'après Ewald.)

exemple et que nous nous arrêtions brusquement, nous croyons voir les objets se déplacer en sens inverse du mouvement que nous venons d'exécuter ; mais, si nous fermons les yeux, le mouvement paraît nous entraîner dans le même sens. Certains mouvements provoquent donc des impressions qui durent après que le mouvement a cessé ; lorsque, à ce moment, nous voulons marcher, notre marche est incertaine précisément parce que notre sens de l'équilibre est troublé par l'impression subjective d'un mouvement qui n'a plus réellement lieu. Et la preuve que le vertige a bien son point de départ dans les canaux semi-circulaires, c'est que chez les personnes atteintes de *vertige de Ménière* et qui éprouvent ce même sentiment d'instabilité, ces canaux se montrent toujours plus ou moins lésés.

Peut-on déduire que la notion et le sens des trois directions de l'espace résultent des excitations portées sur les canaux semi-circulaires? Il est difficile de le dire, attendu que, aux impressions labyrinthiques, s'associent une foule d'autres impressions, tactiles, visuelles, musculaires, tendineuses, etc., pour nous permettre d'apprécier notre position dans l'espace.

SENS DES ATTITUDES OU SENS MUSCULAIRE

On désigne sous ce nom les sensations qui ont leur point de départ dans les muscles et les organes annexes. Nous avons, en effet, le sentiment de la position de nos membres dans l'espace, même dans l'obscurité et l'immobilité, des mouvements passifs qui leur sont imprimés ou qui sont imprimés au corps tout entier, des mouvements volontaires que nous exécutons et de l'effort qu'ils nécessitent. Le sentiment de la position se ramène à des sensations cutanées, articulaires et musculaires,

et à la notion de leur localisation. A cela s'ajoutent les sensations visuelles, car la fixation des objets qui nous entourent facilite notre équilibre et c'est pourquoi celui-ci est moins sûr dans l'obscurité ou quand on ferme les yeux.

La perception des mouvements passifs a son origine dans la sensibilité musculaire et celle des mouvements actifs dans la sensibilité cutanée, articulaire et musculaire, les ligaments articulaires, les tendons, les muscles renfermant en effet des éléments nerveux centripètes. Ne sait-on pas au surplus que les muscles et les articulations sont souvent le siège de douleurs aiguës?

Enfin le sentiment de l'effort ne se crée pas d'emblée dans le cerveau pour aller ensuite, par les voies centrifuges, déclencher l'acte musculaire approprié, mais résulte des impressions périphériques fournies par les muscles respiratoires, la fermeture de la glotte, la contraction des muscles du cou et de la face, qui nous donnent le sentiment de la force produite ; le rapport entre cette force, le mouvement à exécuter ou l'obstacle à vaincre s'établit automatiquement de la même façon que l'équilibre dans la station debout.

CÉNESTHÉSIE

Toutes les sensations internes que l'analyse réussit à isoler les unes des autres sont en fait intimement associées et s'éprouvent d'ordinaire simultanément. Il s'ensuit ce sentiment général de l'état du fonctionnement des divers organes désigné sous le nom de *cénesthésie*. Elle possède deux caractères : la non-spécificité des sensations d'ordre organique, par opposition avec la spécificité des sensations dérivées des organes des sens, et son allure surtout représentative, par opposition à l'*humeur* ou *caractère*, qui est affectif ou émotionnel. Cependant on ne peut dépouiller la cénesthésie des retentissements affectifs qui l'accompagnent, car le bon état du fonctionnement physiologique se double d'un sentiment agréable, de même que le mauvais état de ce fonctionnement produit un sentiment de malaise indéfinissable et parfois vraiment douloureux. Il faut donc conclure que le phénomène représentatif de la cénesthésie est associé à des phénomènes affectifs qui nous deviennent perceptibles dès que la tonalité physiologique s'accentue dans un sens ou dans l'autre.

CHAPITRE IV

LES FONCTIONS D'ENTRETIEN

Comme l'individu dans la société, la cellule dans l'organisme vit pour son propre compte, respire, se nourrit, etc. Mais, en raison de la forme rigide du corps, la division du travail physiologique a peu à peu différencié les fonctions chargées de l'entretien de nos cellules ; ce sont : la *respiration* qui amène l'oxygène de l'air et rejette l'acide carbonique ; la *digestion* qui élabore les substances alimentaires de façon qu'elles soient absorbées ; la *circulation* qui porte les matières absorbées aux cellules et recueille leurs déchets, et enfin la *désassimilation* et l'*excrétion* qui éliminent ceux-ci au dehors.

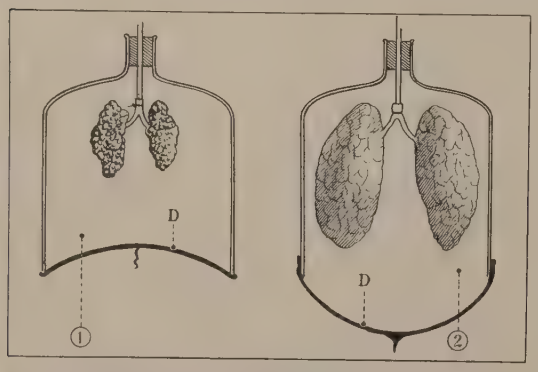


Fig. 24. — SCHÉMA DE LA RESPIRATION ø 1. *Expiration : les poumons se vident d'air, la capacité thoracique diminue et le diaphragme D remonte.* — 2. *Inspiration : les poumons se remplissent d'air, la capacité thoracique augmente et le diaphragme D s'abaisse.* (Moreaux, del., d'après Marey.)

RESPIRATION

L'oxygène est indispensable à la matière vivante parce qu'il lui apporte l'énergie nécessaire à son fonctionnement. Cet oxygène, elle l'emprunte soit directement à l'air atmosphérique, soit à l'air dissous dans l'eau, soit enfin aux combinaisons instables dans lesquelles il se trouve engagé. La fixation d'oxygène sur la matière vivante constitue la respiration, fonction double en réalité, car l'oxygène, brûlant certaines substances cellulaires, produit de l'acide carbonique, lequel doit être rejeté hors de la cellule parce qu'il entrave son fonctionnement. C'est donc, en définitive, au niveau de la cellule que s'accomplit la véritable respiration. Mais, chez les êtres très complexes comme l'homme, l'organisme constitue un sac clos qui ne permet pas le contact immédiat de l'air et des tissus profonds. Il existe donc un intermédiaire, le sang, qui porte aux cellules l'oxygène et emporte l'acide carbonique, et un appareil spécial où ont lieu les échanges gazeux entre le

sang et l'air extérieur. Cet appareil est l'appareil respiratoire, ouvert dans l'organisme et en partie extérieur à lui. Ses organes essentiels sont les poumons, qui communiquent, par la trachée et la glotte, avec les cavités nasales, lesquelles les mettent en rapport direct avec l'atmosphère.

PHÉNOMÈNES MÉCANIQUES

Le courant d'air est déterminé, dans les poumons, par les mouvements respiratoires dont chacun se décompose en deux phases : l'*inspiration*, qui entraîne l'entrée de l'air dans les poumons par la dilatation de la cage thoracique, et l'*expiration*, qui entraîne au contraire le rejet, à l'extérieur, de l'air utilisé par la contraction de cette même cage thoracique (fig. 24).

L'*inspiration* est due à l'activité de divers muscles. En se contractant, les muscles costaux écartent les côtes et augmentent le diamètre transverse du thorax ; en soulevant les premières côtes, les muscles scalènes projettent le sternum en avant et augmentent le diamètre antéro-postérieur ; enfin, en s'abaissant, le diaphragme appuie sur les viscères abdominaux qui, refoulés, produisent un léger soulèvement de l'abdomen ; il y a ainsi allongement du diamètre vertical de la cavité thoracique. Accru dans ses trois dimensions, le volume du thorax s'agrandit et, comme les poumons sont solidaires des mouvements de celui-ci, il en résulte que les alvéoles pulmonaires se déplissent et que, par conséquent, la pression de ces alvéoles diminuant, l'air extérieur pénètre dans les voies respiratoires pour rétablir l'équilibre de pression (fig. 25). Au cours de l'inspiration, il pénètre environ un demi-litre d'air pur dans les poumons. Toutefois, suivant les muscles respirateurs qui fonctionnent le plus, l'inspiration présente des caractères particuliers : quand c'est le diaphragme, comme chez les petits enfants, elle est *abdominale* ; quand ce sont les intercostaux, comme chez l'homme, *costale* ; quand ce sont, comme chez la femme, les scalènes, *pectorale* (fig. 26).

L'*expiration* est caractérisée par le relâchement de tous les muscles qui s'étaient contractés pendant l'inspiration : le diaphragme reprend sa concavité, les côtes s'affaissent et la cage thoracique diminue dans tous les sens, en même temps qu'entrent en jeu, d'une part l'élasticité des poumons qui les fait revenir sur eux-mêmes, et, de l'autre, la décompression des organes abdominaux, double action qui, augmentant la pression intrapulmonaire, aboutit à rejeter au dehors à peu près le demi-litre d'air que l'inspiration avait précédemment introduit. L'expiration est donc un phénomène surtout passif, tandis que l'inspiration est un phénomène actif qui exige l'intervention du système nerveux. Celle-là est plus rapide que celle-ci, car sa durée représente les trois huitièmes de la durée de l'inspiration. Le brusque rejet d'air qui en résulte facilite l'expulsion des mucosités qui peuvent obstruer les voies respiratoires.

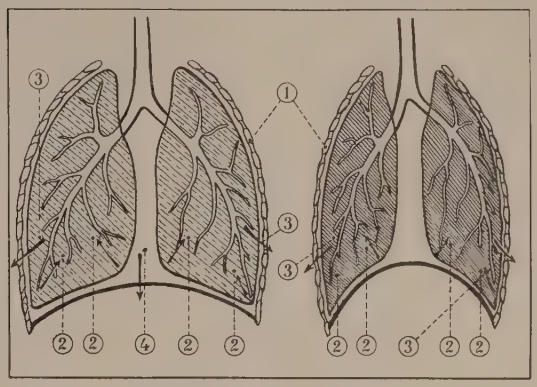


Fig. 25. — ÉQUILIBRE RESPIRATOIRE DES POUMONS ET DE LA CAGE THORACIQUE. *A gauche :* Poumons en inspiration. *A droite :* Poumons en expiration. — 1. *Parois thoraciques.* — 2. *Force élastique pulmonaire.* — 3. *Force élastique thoracique.* — 4. *Force musculaire respiratoire.* (Moreaux, del.)

Normalement, le nombre des inspirations par minute est de 15 à 16 chez l'homme adulte au repos et de 18 chez la femme ; chez l'enfant, il est plus élevé et peut dépasser 40 à la naissance. Dans les exercices violents, la course par exemple, ce dernier chiffre peut être atteint et donne lieu au phénomène de l'*essoufflement*.

L'inspiration et l'expiration ci-dessus décrites sont celles que l'on constate normalement (fig. 27). Mais ces mouvements respiratoires peuvent être beaucoup plus étendus et ils constituent alors les inspirations et les expirations *forcées* ; les premières s'exécutent grâce à la contraction, non seulement des muscles inspirateurs, mais aussi de certains autres muscles, sterno-cléido-mastoïdien, grand dentelé, grand pectoral, qui soulèvent et dilatent les parois de la cage thoracique. Dans l'expiration forcée, ce sont les muscles abdominaux et tous les muscles abaisseurs des côtes qui, en se contractant, diminuent la capacité thoracique. Dans l'inspiration forcée, la contenance pulmonaire mesurée au spiromètre est de 4 litres et demi d'air en moyenne ; après l'expiration forcée, elle est réduite à environ 1 litre. La différence entre ces deux volumes s'appelle *capacité vitale du poumon*. Cette capacité se divise elle-même comme suit : l'air courant = $0^{l},500$; l'air complémentaire ou air que l'on peut inspirer, en plus de l'air courant, par l'inspiration forcée = $1^{l},500$; l'air de réserve ou quantité d'air que l'on peut expirer, en sus d'une expiration normale, par l'expiration forcée = $1^{l},500$. Le litre d'air qui reste dans le poumon après une expiration forcée est l'*air résiduel* qui ne peut être chassé par l'expiration la plus forte possible, car, par suite de l'élasticité du tissu pulmonaire, les parois des alvéoles ne peuvent jamais adhérer complètement. Après chaque expiration ordinaire, il demeure donc dans les poumons un air vicié renfermant jusqu'à 8 p. 100 d'acide carbonique, mais cet air est modifié à chaque inspiration par son mélange avec un peu plus du dixième de son

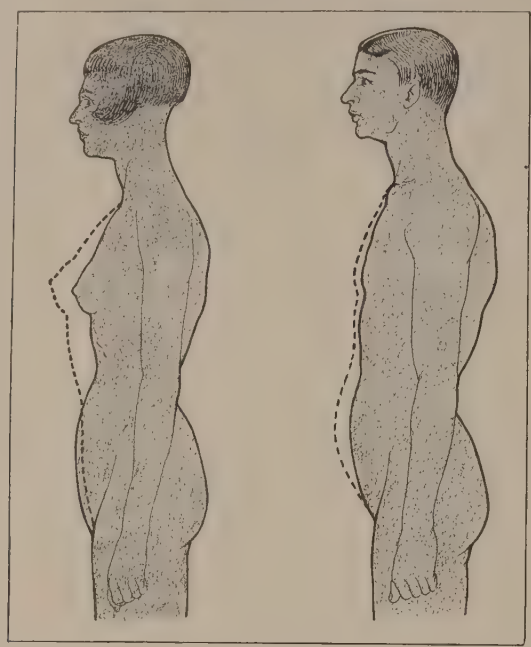


Fig. 26. — TYPES RESPIRATOIRES DE L'HOMME ET DE LA FEMME ø *A gauche :* Type thoracique ou pectoral (femme). ø *A droite :* Type abdominal (homme). (Moreaux, del.)

volume d'air pur ; il faut six ou sept inspirations pour renouveler complètement l'air vicié des poumons.

En raison du courant d'air déterminé par la succession régulière des inspirations et des expirations, il se produit, dans le poumon, certains bruits respiratoires. Comme l'a montré pour la première fois l'illustre Laennec, lorsqu'on applique son oreille contre la poitrine d'une personne qui respire, on entend deux bruits : un souffle doux qui accompagne l'inspiration et qui est dû au passage de l'air à travers l'espace rétréci mettant en communication bronchioles et alvéoles ; c'est le *murmure vésiculaire* ; puis un bruit plus rude, le *souffle bronchique*, résultant du passage de l'air à travers la glotte.

Les mouvements respiratoires sont déterminés, on l'a vu, par la contraction rythmique et synergique de certains muscles, et cette contraction est provoquée par l'arrivée d'excitations motrices issues des centres respiratoires. Ceux-ci sont situés à l'endroit que Flourens appelait le *nœud vital*, c'est-à-dire de chaque côté de la ligne médiane du bulbe, un peu au-dessous des noyaux d'origine des pneumogastriques. Étant donné que l'inspiration et l'expiration se succèdent régulièrement, on admet qu'il y a des centres inspirateurs et des centres expirateurs fonctionnant alternativement, ces derniers agissant en partie par inhibition des premiers. Toutefois les centres respiratoires peuvent être mis en activité autrement que par les substances chimiques du sang. On sait, en effet, que l'application sur la peau de linges trempés dans l'eau froide et l'excitation de la muqueuse nasale sont des moyens couramment employés, en cas de syncope, pour déterminer la reprise des mouvements respiratoires. Enfin l'écorce cérébrale intervient aussi. Si les mouvements respiratoires sont la plupart du temps automatiques, cependant il est incontestable que la volonté peut influencer le rythme, et par conséquent l'action des centres corticaux se fait sentir à l'occasion ; d'ailleurs l'irritation cérébrale suffit à déterminer des modifications des mouvements respiratoires en augmentant ou en diminuant leur fréquence.

PHÉNOMÈNES PHYSICO-CHIMIQUES

On a vu plus haut que, à chaque inspiration, 500 centimètres cubes d'air environ pénètrent dans les poumons et qu'une quantité à peu près égale est rejetée à chaque expiration. Mais l'air que nous absorbons et l'air que nous rejetons n'ont pas la même composition. Le premier contient environ 20 p. 100 d'oxygène et 4 dix-millièmes d'acide carbonique, tandis que l'air expiré, s'il ne renferme plus que 15 p. 100 d'oxygène, donne en revanche 4,5 d'acide carbonique. La quantité d'oxygène absorbé par l'adulte au repos et en vingt-quatre heures est ainsi de 515 litres ou 740 grammes, et celle d'acide éliminé de 460 litres ou 900 grammes. Donc le volume d'acide carbonique produit est moindre que celui de l'oxygène absorbé. Comme il faut un volume d'oxygène pour former un volume d'acide carbonique, l'oxygène absorbé ne se trouve pas uniquement employé, comme on le verra, à faire de l'acide carbonique. Le rapport CO^2/O^2 s'appelle *quotient respiratoire* ; dans les conditions ordinaires de l'alimentation, il oscille entre 0,8 et 0,9.

Les échanges gazeux varient avec la taille et avec la surface du corps par rapport à l'unité de poids, en raison du principe géométrique suivant lequel les surfaces croissent comme les carrés et les volumes comme les cubes. C'est pourquoi un petit enfant perd, par rayonnement, proportionnellement plus de chaleur que l'adulte, autrement dit a des échanges gazeux plus intenses que celui-ci. Les exercices musculaires violents augmentent beaucoup les échanges respiratoires sans que le quotient respiratoire varie sensiblement ; la température extérieure agit de même quand elle s'abaisse, mais, quand elle s'élève, elle tend au contraire à diminuer le taux des échanges gazeux.

Ceux-ci se font au niveau des vésicules pulmonaires et des capillaires dont les parois sont réduites à une seule couche de cellules. Or, il existe une différence de pression entre l'oxygène des vésicules (20 p. 100) et celui des capillaires (16 p. 100), différence qui explique son passage des vésicules dans les capillaires, où il rencontre une combinaison organique de fer, l'*hémoglobine*, qui le fixe en se transformant en *oxyhémoglobine*. La richesse extraordinaire du réseau capillaire des poumons et

l'étendue considérable de la surface vésiculaire favorisent grandement le passage de l'oxygène dans les capillaires et la formation de l'oxyhémoglobine.

L'oxyhémoglobine est une combinaison très instable qui se détruit au contact de toutes les substances avides d'oxygène, comme les sucres et les corps gras, en leur abandonnant l'oxygène qu'elle avait fixé ; elle redevient ainsi hémoglobine et ainsi de suite. On nomme *hématose* la fixation de l'oxygène sur l'hémoglobine ou transformation du sang noir, veineux, en sang rutilant, artériel. Toutefois, la moitié seulement de l'oxyhémoglobine perd, au contact des tissus, son oxygène, qui, ainsi libéré, brûle les substances oxydables en donnant de l'eau et de l'acide carbonique : ce dernier, à mesure qu'il se forme, se dégage des tissus et passe dans le sang des capillaires. Arrivé au niveau du poumon, le sang veineux laisse échapper environ un cinquième de son acide carbonique. Celui-ci parvient dans les vésicules, d'où il est enfin rejeté au dehors au moment de l'expiration. Dans le dégagement de l'acide carbonique, la différence de pression ne manque pas d'agir, car le sang veineux de l'artère pulmonaire le contient à une tension supérieure à celle qu'il possède dans les alvéoles.

En somme, l'hémoglobine, agissant comme vecteur d'oxygène, est l'agent essentiel de l'hématose. Mais, sur les 2 000 litres d'oxygène que nous inspirons chaque jour, 515 seulement sont fixés par elle ; nous rejetons à l'extérieur, dans le même temps, 460 litres d'acide carbonique, lequel renferme son volume d'oxygène. Par suite, 55 litres de l'oxygène fixé par l'hémoglobine ont été utilisés à d'autres oxydations que celle du carbone, notamment à celle de l'hydrogène pour former de l'eau. Aussi, étant donnée l'humidité permanente de la surface respiratoire, l'air expiré contient-il toujours une forte proportion de vapeur d'eau.

La pression des gaz joue un rôle dans le jeu de la fonction respiratoire. Par exemple, l'oxygène de l'air est à la pression d'un cinquième d'atmosphère (20 p. 100). Si on élève sa pression, soit en augmentant sa proportion dans le milieu, soit en comprimant l'air sous plusieurs atmosphères, on accroît sensiblement la fixation de l'oxygène et on amène, dans l'organisme soumis à cette expérience, une augmentation des oxydations. Mais, au delà de trois atmosphères d'oxygène pur, soit quinze atmosphères d'air ordinaire, l'oxygène se comporte comme un poison et détermine la mort. Cependant sa pression ne doit pas non plus s'abaisser au-dessous d'un vingt-cinquième d'atmosphère, parce qu'alors l'hématose se fait insuffisamment et entraîne des accidents d'anoxémie et d'intoxication, comme ceux qu'on constate dans le mal des montagnes et chez les aviateurs. Néanmoins l'organisme peut s'adapter à une certaine diminution de tension d'oxygène en multipliant le nombre des globules rouges du sang et par conséquent la quantité d'hémoglobine, ce qui permet, pour un même volume de sang, une fixation plus abondante d'oxygène. C'est ainsi que les habitants des hauts plateaux du Thibet et du Pérou ont des globules rouges à la fois plus petits et plus nombreux que les habitants des plaines avoisinantes.

Cependant, si l'homme s'adapte assez bien aux changements de pression, c'est à la condition qu'ils soient lents. Voilà pourquoi on prend de grandes précautions pour ramener à l'air libre les ouvriers scaphandriers, caissonniers, qui travaillent dans l'air comprimé, La décompression brusque peut en effet produire des accidents mortels, par suite du dégagement dans les capillaires, de bulles gazeuses capables d'arrêter net la circulation. On sait, en outre, que le mal des aviateurs est attribué : à la montée, à la trop brusque décompression et, à la descente, à la recompression trop rapide.

En définitive, l'oxygène est le seul gaz indispensable du milieu respiratoire. L'azote, qui fait partie du même milieu, est un gaz inerte, et si les animaux, plongés dans un vase contenant de l'azote pur, meurent rapidement, ce n'est pas parce que l'azote est toxique, mais uniquement parce qu'ils sont privés d'oxygène. Au contraire, l'acide carbonique est toxique : d'où la nécessité de l'éliminer par l'expiration ; son pouvoir irritant explique peut-être l'action qu'il exerce sur le centre bulbaire pour déterminer le rythme des mouvements respiratoires. Comme il se fixe sur l'hémoglobine, l'acide carbonique ne peut plus, quand sa concentration dans le milieu extérieur dépasse celle qu'il a dans le sang, s'en dégager et il empêche l'hématose. Aussi, quand sa proportion dans le milieu respiratoire atteint 4 p. 100, devient-il nocif pour les personnes qui respirent cet air vicié, que cette viciation provienne de l'écoulement d'une source de gaz carbonique (grotte du chien à Royat) ou simplement de l'expiration de nombreuses personnes entassées dans une pièce close. D'autres gaz sont également nocifs quand ils existent en proportion notable dans le milieu respiratoire. Le plus dangereux est l'oxyde de carbone, gaz incolore, sans odeur ni saveur et qui passe inaperçu. Or, ce gaz a la propriété de se fixer de façon très stable sur l'hémoglobine qu'il transforme en hémoglobine oxycarbonée, laquelle est impropre à fixer l'oxygène. Il en résulte, quand on respire pendant un temps suffisant une atmosphère renfermant une quantité même très petite d'oxyde de carbone, des accidents graves et souvent mortels, puisqu'il y a suppression de l'héma-

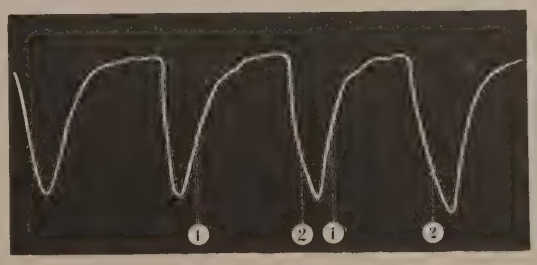


Fig. 27. — GRAPHIQUE DES MOUVEMENTS RESPIRATOIRES ø 1. *Inspiration.* — 2. *Expiration.* (Moreaux, del., d'après Marey.)

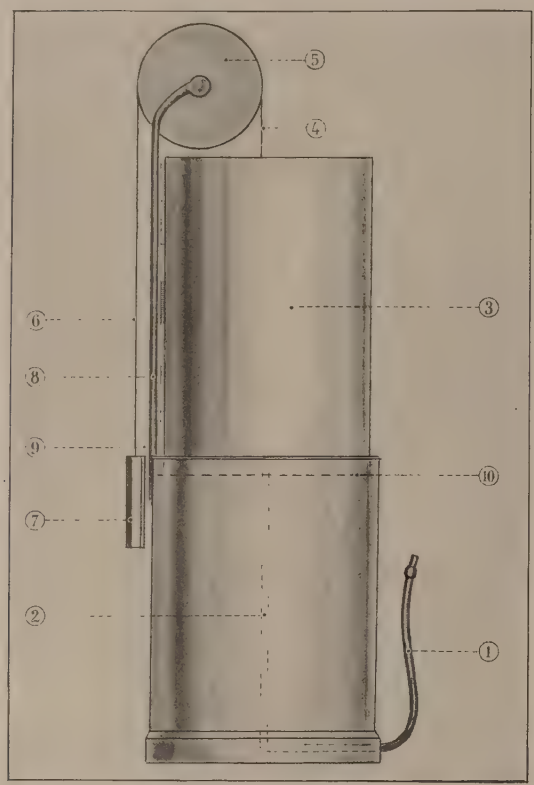


Fig. 28. — SPIROMÈTRE D'HUTCHINSON ◆ 1. *Tube respiratoire.* — 2. *Récipient à eau sur lequel repose le gazomètre* 3. — 4. *Chaîne.* — 5. *Poulie.* — 6. *Montant.* — 7. *Contrepoids.* — 8. *Échelle graduée.* — 9. *Indicateur mobile.* — 10. *Partie inférieure du gazomètre.* — Après une grande inspiration, le sujet souffle dans le tube 1 une quantité d'air que mesure le déplacement de l'indicateur mobile sur l'échelle graduée. Le volume de l'air ainsi soufflé exprime la *capacité vitale.* (Moreaux, del.)

tose. Cet arrêt des phénomènes respiratoires est l'*asphyxie*; elle peut être également provoquée par la strangulation et la noyade, qui empêchent l'arrivée de l'air libre dans les poumons.

DIGESTION

La digestion est la fonction grâce à laquelle certaines substances du milieu extérieur sont transformées de manière à pouvoir être absorbées par les muqueuses digestives et à pénétrer ainsi dans le sang. Elle s'opère dans un appareil qui constitue un tube ouvert à ses deux extrémités et qui, par conséquent, reste extérieur au sac clos de l'organisme ; cet appareil se compose de la bouche, de la langue et des dents, de l'œsophage, de l'intestin grêle et du gros intestin, et enfin de grosses glandes annexes, foie et pancréas. Le besoin d'oxygène est le plus impérieux de tous, puisque la mort est la conséquence rapide de l'asphyxie, mais le besoin de manger et de boire ne l'est guère moins, bien qu'il ne se produise qu'à des intervalles beaucoup plus longs.

En fonctionnant, les tissus dépouillent peu à peu le sang des matériaux utiles qu'il contient. Il faut donc, sous peine de mort, que ces matériaux lui soient restitués, l'oxygène par la respiration comme on l'a vu, l'eau et les substances nutritives par la digestion. Le déficit de ces dernières s'exprime par la faim et la soif. La *faim* répond au besoin d'aliments ; elle résulte d'impressions multiples transmises par le sympathique et qui parviennent à la conscience sous forme de sensations internes ; elle se localise d'ordinaire dans la région épigastrique ; ce sont surtout les contractions de l'estomac vide qui la produisent ; aussi peut-on la calmer momentanément à l'aide de substances non comestibles, comme le font les mangeurs de terre. Elle diffère de l'appétit en ce que celui-ci provient surtout d'une excitation des nerfs de l'odorat et du goût et qu'il peut se produire encore à un moment où l'organisme n'a pas réellement besoin de nourriture. Quant à la *soif*, elle découle d'une sensation de sécheresse des muqueuses buccale et pharyngienne, provenant elle-même de la diminution de la sécrétion salivaire. C'est pourquoi on peut calmer, mais non supprimer, la soif en se gargarisant avec de l'eau, tandis qu'il suffit d'injecter sous la peau une petite quantité de sérum physiologique pour la faire disparaître, parce que cette injection, augmentant la teneur du sang en eau, rétablit rapidement la sécrétion salivaire.

L'étude de la fonction digestive se divise donc en quatre parties :

1° Les aliments et les boissons et les quantités dont il convient d'user suivant les circonstances ; 2° les phénomènes mécaniques de la digestion, qui conduisent les aliments et leurs déchets de la bouche à l'anus ; 3° les phénomènes chimiques qui rendent les aliments absorbables ; 4° l'absorption qui fait passer les éléments élaborés de l'intestin dans le sang.

ALIMENTS ET BOISSONS

On appelle *aliment* toute substance qui sert aux échanges de matière et de force, et *boisson* toute substance liquide assez riche en eau pour maintenir constant le milieu aqueux dans lequel vivent les cellules. On classe d'ordinaire les aliments d'après leur rôle physiologique.

ALIMENTS PLASTIQUES. ◆ Ce sont ceux qui entrent dans la constitution de la matière vivante ; ils comprennent les protéines et les substances minérales. Les premières renferment de l'azote, du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène, et souvent du phosphore, du soufre, etc. Elles sont représentées par la chair musculaire des animaux, le blanc d'œuf, la caséine du lait, le gluten du blé, la légumine des légumineuses, etc.

Les matières minérales, telles que l'eau, le chlorure de sodium, l'acide phosphorique, le calcium, le magné-

sium, le fer, l'iode, etc., entrent pour la plupart dans la structure moléculaire de la matière vivante et semblent nécessaires à la différenciation des protoplasmas, dont chacun serait caractérisé par la présence d'un métal ou d'un métalloïde, comme l'hémoglobine est caractérisée par le fer qui lui donne ses propriétés spécifiques. Cependant l'eau et le chlorure de sodium contribuent surtout à maintenir l'équilibre physico-chimique du milieu intérieur et à faciliter les échanges.

ALIMENTS DYNAMOPHORES OU ÉNERGÉTIQUES. ✎ Ils fournissent en brûlant, grâce à l'apport de l'oxygène de la respiration, l'énergie nécessaire aux manifestations de la vie, chaleur, mouvement, etc. ; ils ne renferment que du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène ; on les divise en corps gras (graisse, beurre, huile) et en hydrates de carbone (amidon et sucre). Les *lipoïdes* se rattachent à la catégorie des corps gras, bien qu'ils ne soient pas attaqués par les sucs digestifs ; ils représentent surtout un excitant des tissus desquels ils proviennent. En outre du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, ils contiennent de l'azote et souvent du phosphore. On les rencontre dans presque tous les organes, particulièrement dans les glandes.

ALIMENTS D'ÉPARGNE. ✎ Ils sont représentés par les principes actifs du café, du thé, du maté et de la kola, principes qui ont la propriété d'exercer une action stimulante sur le système nerveux. Grâce à cette propriété, ils retardent la sensation de fatigue et d'épuisement, mais n'empêchent nullement la consommation des réserves nutritives. L'alcool est rangé à tort parmi les aliments d'épargne ; il est à la vérité dynamophore, puisqu'il brûle dans l'organisme en dégageant plus de chaleur que le sucre, mais c'est un dynamophore coûteux, dix fois plus cher que le pain, et dangereux, attendu qu'il se fixe, quand la dose utilisable (1 gramme par kilogramme et par jour) est dépassée, sur certains tissus, foie, système nerveux et glandes génitales, qu'il empoisonne : d'où les accidents si graves de l'ivresse et surtout de l'alcoolisme chronique et héréditaire.

CONDIMENTS. ✎ Ce ne sont pas non plus de véritables aliments, mais ils renferment des essences qui excitent l'odorat et le goût, réveillent ou accroissent l'appétence ; ils favorisent la sécrétion salivaire, et, par leur action irritante, les sécrétions muqueuses de l'estomac. Ils ont l'inconvénient de porter parfois à manger plus qu'il n'est besoin. On distingue les condiments aromatiques (persil, girofle, muscade), âcres (poivre, piment), aliacés (ail, échalotes, oignon) et extractifs (extrait de viande).

VITAMINES. ✎ Substances à fonctions complexes dont on a isolé plusieurs types : la vitamine A ou vitamine de croissance ou antirachitique, qui semble agir sur le développement osseux ; la vitamine B ou antinévritique, qui paraît nécessaire à l'intégrité fonctionnelle des nerfs ; la vitamine C ou antiscorbutique, qui empêche les accidents du scorbut ou les guérit. On a signalé encore d'autres vitamines dont l'existence reste néanmoins douteuse. On ignore d'ailleurs la véritable nature de ces substances. On sait seulement qu'elles sont absolument indispensables à l'équilibre nutritif et au développement et que, l'organisme des animaux supérieurs étant incapable de les constituer de toutes pièces, elles doivent être empruntées aux aliments qui les contiennent déjà toutes formées, mais leur quantité nécessaire et suffisante reste toujours extrêmement petite.

Les vitamines se rencontrent dans beaucoup d'aliments, feuilles, germes et fruits des végétaux frais, foie, reins, jaune d'œuf, beurre, huile de foie de morue, mais la stérilisation les détruit. Aussi une alimentation privée de ces diverses vitamines, comme le serait l'usage exclusif des conserves, entraîne-t-elle des désordres divers que l'on groupe sous le nom d'*avitaminoses*.

BOISSONS. ✎ L'eau pure est le seul liquide dont nous ayons réellement besoin, et les diverses boissons dont nous usons ne parent à la soif que dans la mesure de la proportion de l'eau qu'elles contiennent. Les boissons fermentées (vins, cidres et bières) sont désaltérantes à petite dose et coupées d'eau ; de même les infusions aromatiques et les jus de fruits (limonades, citronnades, orangeades). Quant aux spiritueux (cognac, rhum, whisky) et aux liqueurs, ils ne représentent à aucun titre des boissons, mais doivent être rangés parmi les excitants dangereux.

RATIONS ALIMENTAIRES

Les aliments plastiques et énergétiques sont tous indispensables à une bonne nutrition. Il faut donc les associer en proportion convenable et, dans ce but, déterminer les besoins de l'organisme considéré suivant l'âge, le sexe, le travail ou la profession et le climat.

On a établi, par l'analyse de la totalité des produits

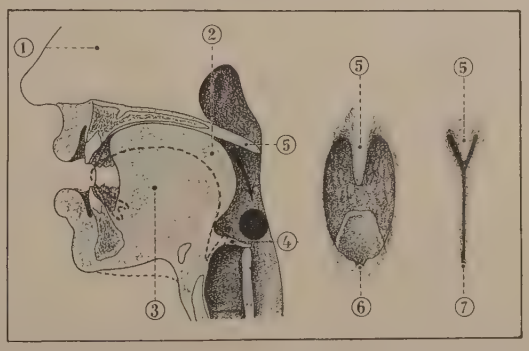


Fig. 29. — DÉGLUTITION. OCCLUSION DU DÉTROIT NASO-PHARYNGIEN ✎ 1. *Cavité nasale.* — 2. *Bouche.* — 3. *Langue.* — 4. *Épiglotte.* — 5. *Luette.* — 6. *Schéma de l'orifice à l'état de repos.* — 7. *Schéma de l'orifice à l'état d'occlusion complète.* (Moreaux, del., d'après Gley.)

d'excrétion, les besoins d'un adulte au repos relatif. Ces besoins sont en moyenne, par kilogramme de poids du corps : protéines 1 gramme, graisses 1 gramme, hydrates de carbone $4^{gr},50$, matières minérales $0^{gr},50$, eau 25 grammes. En multipliant par le poids de l'individu considéré les quantités précédentes d'aliments, on obtient ce qu'on appelle la *ration d'entretien*, couvrant exactement les pertes ; encore convient-il de soustraire, de cette ration brute, les déchets d'assiette et de digestion, car seule la partie absorbée des aliments assure réellement la nutrition. Cette ration pare à la fois aux besoins plastiques de l'homme et à ses besoins énergétiques, c'est-à-dire à la réparation de ses tissus et à ses dépenses de chaleur et de mouvement.

Les besoins plastiques sont presque insignifiants, chez l'adulte, par rapport aux besoins énergétiques. Or, abstraction faite de l'eau et des matières minérales, tous les autres aliments brûlent dans l'organisme et se transforment : les graisses et les hydrates de carbone en eau et en acide carbonique, les protéines en urée. Ces oxydations intra-organiques dégagent une certaine quantité de chaleur qui, mesurée en calories (quantité de chaleur nécessaire pour élever de 0 à 1 degré la température d'un kilogramme d'eau liquide), est, par gramme, de : 3 calories pour les protéines, 3,5 calories pour les graisses et 4 calories pour les hydrates de carbone. On a par suite trouvé commode d'exprimer en calories les besoins énergétiques et plastiques de l'homme qui sont les suivants :

Travail physiologique	188 calories.
Entretien de la température, chaleur perdue par rayonnement, évaporation cutanée et pulmonaire	1 605 —
Travail extérieur	215 —
Total	2 008 colories.

La ration d'entretien d'un adulte moyen est donc de 32 calories par kilogramme de poids.

Pour formuler correctement une ration alimentaire, il faut aussi prendre en considération deux autres facteurs : la préparation culinaire et les déchets d'assiette et de digestion.

Certains aliments sont mangés crus : les fruits, salades, radis, coquillages, etc. ; les autres sont soumis à la cuisson qui modifie leurs qualités ; elle augmente leur digestibilité, développe leurs propriétés odorantes et sapides, concentre leurs principes essentiels, ajoute à leur valeur par les divers éléments mis en œuvre dans la préparation culinaire.

Il s'ensuit que, à poids égal, une ration cuisinée a une valeur de 15 à 20 p. 100 supérieure à celle de la ration brute.

On nomme *déchets d'assiette* ou de repas ce qui reste sur l'assiette quand la portion servie a été consommée : petits os, gras, peau, arêtes, débris et pelures de fruits.

Ces déchets s'élèvent de 2 à 5 p. 100 pour les viandes de boucherie, 5 à 10 p. 100 pour les poissons, 5 à 20 p. 100 suivant les cas, pour les fruits crus.

Bien plus importants en réalité sont les *déchets de digestion*, c'est-à-dire cette partie des aliments ingérés qui n'est pas absorbée et qui est expulsée dans les matières fécales. Il y a un grand intérêt à connaître la quantité de ces déchets, puisque la partie absorbée est seule utile pour couvrir les dépenses plastiques et énergétiques. Cette quantité est assez difficile à préciser.

Cependant, d'un grand nombre d'expériences, on a pu déduire les chiffres du tableau ci-après qui donnent les moyennes des déchets de digestion des divers principes alimentaires, suivant leur origine.

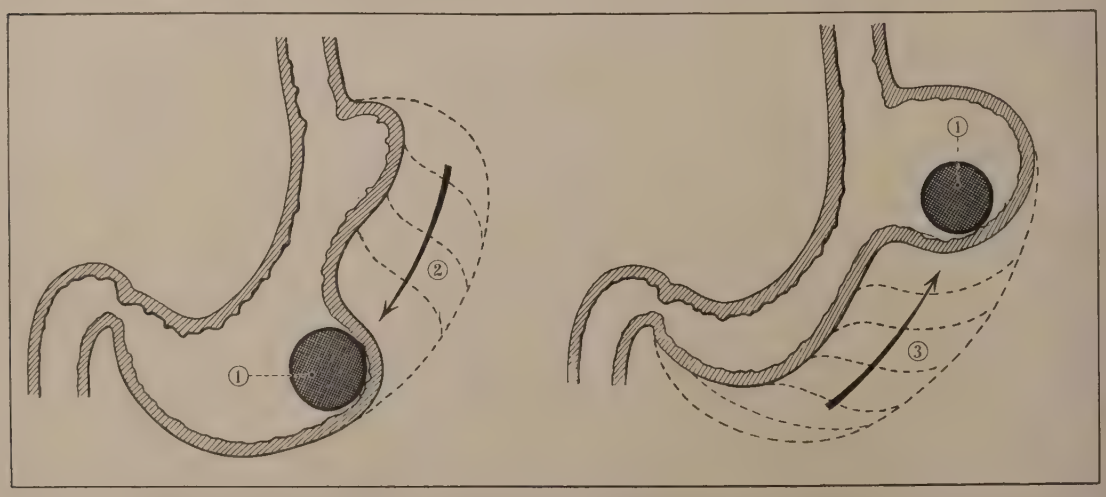


Fig. 30. — SCHÉMA DES MOUVEMENTS IMPRIMÉS AUX ALIMENTS DANS L'ESTOMAC. — 1. *Bol alimentaire.* — 2. *Mouvement d'aller, du cardia vers le pylore.* — 3. *Mouvement de retour du pylore vers le cardia.* — Les contractions de l'estomac ont été exagérées. (Moreaux, del.)

MATIÈRES.	DÉCHETS P. 100	
	Alimentation animale.	Alimentation végétale.
Protéines	4	20
Graisses	5	15
Hydrates de carbone	1	6
Matières minérales	20	26

En résumé, à la ration théorique d'entretien donnée plus haut, il convient de faire subir deux corrections : l'une résultant de la préparation culinaire, qui augmente sa valeur, l'autre des déchets de repas et de digestion, qui la diminue ; ces deux corrections se compensent à peu près, comme le montre la formule rectifiée de la ration d'entretien d'un adulte au repos relatif :

MATIÈRES.	POIDS.	CALORIES.
Protéines	1gr,20	3,6
Matières minérales	0gr,50	»
Alcool (vin)	0gr,50	3,5
Graisses	1 gramme.	7,8
Hydrates de carbone	4gr,5	17
Eau	25 grammes.	»
Total des calories		31,9

La ration ci-dessus concerne un sujet moyen au repos relatif ; elle change nécessairement avec divers facteurs :

D'abord l'*âge*. La croissance exige, pour le développement du corps, une ration qui ne saurait être la même que celle de l'adulte. En conséquence, il faut au nouveau-né 3 à 4 grammes de protéines et 90 calories par kilogramme ; à l'enfant de deux ans, 2 à 3 grammes de protéines et 80 calories ; à l'enfant de dix ans, 1gr,60 à 2 grammes de protéines et 50 calories. Au vieillard, au contraire, dont les fonctions se ralentissent, il ne faut guère plus de 0gr,60 à 0gr,70 de protéines et de 25 calories par kilogramme. La femme, à âge égal, exige à peu près la même ration que l'homme, mais celle-ci doit être notablement accrue pendant la grossesse et la lactation.

Chez les *travailleurs manuels*, le besoin dominant est celui d'aliments énergétiques, le besoin connexe d'aliments plastiques n'augmentant que dans la proportion d'environ 1 de protéine pour 5 de graisses et d'hydrates de carbone. Le tableau suivant indique, par kilogramme de poids du sujet, la ration en protéines et en calories alimentaires suivant le travail fourni :

TRAVAIL.	PROTÉINES.	CALORIES.
Travail faible (employés)	1gr,50	40
— moyen (électriciens, chauffeurs).	1gr,70	43
— fort (cultivateurs)	1gr,80	48
— intense (forgerons)	2gr,00	53

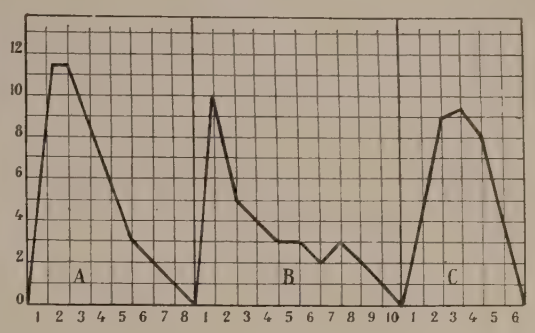


Fig. 31. — SÉCRÉTION DU SUC GASTRIQUE SUIVANT LA NATURE DES ALIMENTS. A. *Repas de viande.* — B. *Repas de pain.* — C. *Repas de lait.* — La durée en heures est portée sur la ligne des abscisses (horizontale) ; la quantité en centimètres cubes du suc gastrique sécrété, sur la ligne des ordonnées (verticale). (Moreaux, del., d'après Pavloff.)

Les *travailleurs intellectuels* n'ont pas les mêmes besoins que les travailleurs manuels, car ce sont souvent des sédentaires qui brûlent mal leurs aliments et leurs déchets. Étant donné le genre de leurs dépenses, ils peuvent se contenter de la ration moyenne, en évitant avec soin les excès de viande et de boissons alcooliques. Chez les sportifs, superposant parfois la dépense intellectuelle à la dépense de force, une ration supérieure, analogue à celle des travailleurs manuels, est à l'occasion indispensable. De même, il est nécessaire de fournir aux *soldats en campagne* et aux *matelots en mer*, non seulement une ration forte, mais encore une certaine quantité d'aliments excitants, thé, café, vin, qui leur permettent de donner le coup de collier, l'effort surhumain qu'on leur demande souvent.

Les dépenses pour maintenir constante la température du corps représentent plus des quatre cinquièmes de la dépense énergétique totale ; il est donc évident que les variations de la température extérieure ou du climat doivent modifier la composition de la ration à un double point de vue : celui des protéines, dont le besoin est réduit quand il fait chaud, parce que l'organisme a moins à dépenser pour se maintenir en équilibre de température, et augmenté quand il fait froid pour la raison contraire ; en second lieu, celui des dynamophores, dont le besoin est très accru dans les pays froids, et c'est pourquoi les habitants de ces régions consomment une si grande quantité de corps gras. Il est, par suite, admis que la ration, par kilogramme d'adulte, compte tenu, en outre, du travail fourni, doit être : 1° diminuée de 10 calories pendant la saison chaude des pays chauds et de 5 calories pendant l'été des pays tempérés ; 2° augmentée de 5 calories pendant la saison froide des pays tempérés et l'été des pays froids et de 10 calories pendant la saison froide des pays froids. Enfin, au point de vue de la *race*, la composition générale de l'alimentation est subordonnée non seulement au milieu dans lequel vit une population donnée, mais aussi à ses propres conditions d'existence. Les pêcheurs

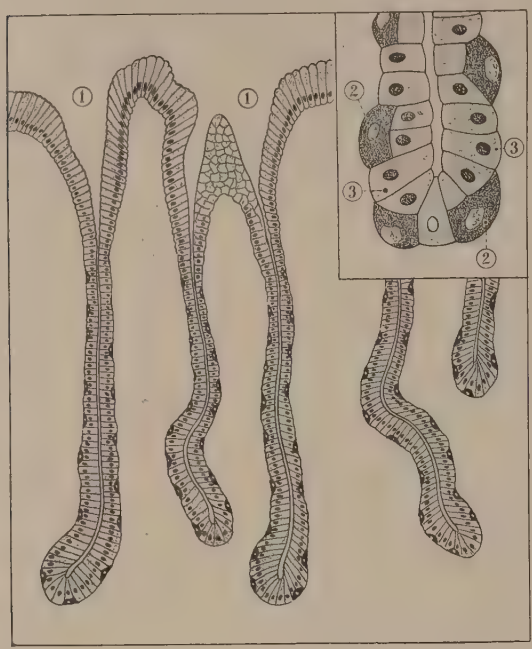


Fig. 32. — GLANDES GASTRIQUES ø 1. *Canal excréteur.* — Dans le petit carton en haut et à droite : coupe très grossie d'une glande. — 2. *Cellules glandulaires à pepsine.* — 3. *Cellules glandulaires à acide chlorhydrique.* (Moreaux, del.)

de toutes les races vivent de poisson comme les chasseurs de gibier et les pasteurs de laitages.

INANITION

Quand, pour une raison quelconque, la ration d'entretien n'est pas couverte, il y a *inanition*, c'est-à-dire que, les dépenses l'emportant sur les recettes, l'organisme peu à peu s'épuise et dépérit. Mais il faut distinguer l'inanition totale de l'inanition partielle. Dans la première, il y a suppression absolue de tous les aliments. Imposé à des animaux de laboratoire, le jeûne complet entraîne la disparition des masses adipeuses et des muscles, qui crée un état d'extrême amaigrissement, celui d'un individu qui se mange lui-même, d'un autophage ; par contre, le cerveau et le cœur résistent jusqu'au dernier moment, parce que ce sont des organes absolument essentiels. L'animal meurt, en général, lorsqu'il a perdu les deux cinquièmes de son poids initial. Les mêmes phénomènes ont été observés chez l'homme et en particulier chez les jeûneurs professionnels, Succi, Merlatti, Tanner, le Dr Maglioni et Mme le Dr Lipinska. La durée de ce jeûne a pu être prolongée jusqu'à quarante et quarante-cinq jours ; mais trois conditions sont nécessaires à une telle prolongation : 1° l'ingestion d'une petite quantité d'eau, qui empêche la déshydratation de l'organisme et assure l'élimination des déchets qui continuent à se produire ; nonobstant, Mme Lipinska a pu rester trente jours sans boire ni manger ; 2° le repos, attendu que tout mouvement consomme de l'énergie et hâte ainsi la fin de l'expérience ; 3° enfin la tranquillité morale et affective ; c'est précisément parce que cette tranquillité manque à beaucoup de sinistrés que ceux-ci succombent plus vite à l'inanition que les jeûneurs professionnels. Ces conditions observées, il semble que l'homme puisse supporter un jeûne absolu de longue durée.

Dans l'inanition partielle, il n'y a pas suppression complète d'aliments, mais seulement insuffisance ; si elle n'est que passagère, elle ne détermine que des troubles insignifiants et peut même être utile chez les gros mangeurs et les obèses pour diminuer la pléthore et dégager les organes d'un excès de dépôt adipeux. Les jeûnes rituels, le Ramadan, le carême, visent surtout à ce but. Mais, si l'insuffisance alimentaire devient chronique, comme au temps des grandes famines, elle conduit, au bout d'une durée seulement plus longue, aux mêmes accidents que l'inanition totale et entraîne l'amaigrissement squelettique, l'affaiblissement musculaire, le refroidissement du corps, le ralentissement des mouvements respiratoires et cardiaques et la mort.

PHÉNOMÈNES MÉCANIQUES

La digestion des aliments s'opère en trois phases : la digestion salivaire qui a lieu dans la bouche, et la digestion gastrique dans l'estomac, phases préparatoires à la digestion définitive, qui a lieu dans l'intestin. Les phénomènes mécaniques de ces trois phases conduisent les aliments, peu à peu élaborés, de la bouche dans le rectum ; ils sont : 1° précédés de mouvements constituant la *préhension*, qui consiste à mettre les aliments à portée de la bouche, et 2° suivis de mouvements d'expulsion constituant la *défécation*, qui élimine au dehors les résidus de la digestion.

Entrés dans la cavité buccale, les aliments sont pris par la langue, qui, avec les lèvres et les joues, les repousse entre les dents, implantées dans les deux maxillaires, dents servant essentiellement à mastiquer les substances alimentaires, c'est-à-dire à les réduire en particules fines, de manière à rendre plus facile leur attaque par les sucs digestifs ; d'où la nécessité, pour une bonne digestion, de mâcher les aliments à fond ; cette mastication est d'ailleurs facilitée par une abondante sécrétion de salive, laquelle imbibe et ramollit les aliments. Il y a trois sortes de dents, dont chacune remplit un rôle particulier : les incisives rompent ou coupent, les canines déchirent, les molaires broient.

Broyés par les dents, imbibés par la salive, les aliments passent dans le pharynx après avoir été rassemblés en boule, ou *bol*, par la langue ; celle-ci s'appuie sur la voûte palatine et les pousse sous la luette. Arrivé en ce point, le bol alimentaire échappe à la volonté et la *déglutition* se produit. En effet, la présence du bol

détermine un mouvement ascendant réflexe du pharynx, suivi d'un mouvement descendant. En même temps, le voile du palais se relève, fermant l'ouverture de l'arrière-cavité nasale, et empêchant l'entrée des aliments dans les fosses ; d'autre part, la glotte se trouve close, car l'œsophage et le larynx remontent et l'épiglotte, rencontrant la base de la langue, se renverse et ferme le tube respiratoire (fig. 29). Si, par hasard, des particules solides ou liquides s'engagent sous l'épiglotte, elles sont violemment expulsées par la toux. L'isthme du pharynx franchi, le bol alimentaire pénètre dans l'œsophage, qui se contracte et le force à descendre sans qu'intervienne l'action de la pesanteur. Le point de départ des réflexes de la déglutition est l'excitation de la partie antérieure du voile du palais, car l'anesthésie de cette région par la cocaïne les supprime.

Dans l'estomac, les aliments séjournent une à quatre ou cinq heures suivant leur nature. Cet organe est une poche musculeuse dont la contraction détermine des mouvements de brassage et d'évacuation (fig. 30). Les premiers sont destinés à favoriser l'attaque des aliments par le suc gastrique; ils ne peuvent s'exécuter, sans amener de régurgitations, que si le cardia et le pylore sont fermés ; les ondes de contraction partent en effet du cardia et vont jusqu'au pylore ; le trouvant clos, elles reviennent sur elles-mêmes et ainsi de suite.

C'est la réaction acide du contenu gastrique qui ferme le cardia ; c'est elle également qui produit le relâchement du pylore, lequel, d'instant en instant, s'ouvre pour laisser passer le *chyme* (voir page 192) dans le duodénum ; mais cette réaction acide, qui ouvre le pylore quand elle a lieu au-dessus de lui, le clôt au contraire quand elle a lieu en dessous, c'est-à-dire quand le chyme acide a pénétré dans le duodénum. Toutefois le contenu gastrique peut être aussi rejeté au dehors par le *vomissement* ; les réactions qui provoquent celui-ci viennent surtout du diaphragme et des parois abdominales ; pourtant, dans l'effort préparatoire, les muscles gastriques interviennent, puisqu'il faut que le pylore soit fermé et le cardia ouvert ; dans la phase d'expulsion, il y a contraction des muscles inspirateurs, fermeture de la glotte et relèvement du voile du palais.

Parvenu dans le duodénum, le chyme, d'abord blanchâtre, se transforme en *chyle*, qui est poussé vers le cæcum par deux sortes de mouvements qu'exécutent les parois intestinales. Les mouvements pendulaires servent au brassage ; ils assurent la pénétration des aliments par les sucs intestinaux qui achèveront leur digestion ; ce sont des contractions rythmiques qui se succèdent à quelques minutes d'intervalle. Les mouvements péristaltiques sont les plus importants ; leurs ondes sont lentes et faibles et durent environ une minute ; en s'exagérant, elles deviennent douloureuses et causent les coliques. Ces mouvements déterminent la contraction d'un segment intestinal qui produit d'autant plus aisément la progression de son contenu que, simultanément, le segment immédiatement sous-jacent se relâche. A noter que la progression est plus rapide dans le duodénum qu'au voisinage du cæcum, par suite de l'augmentation de consistance et de la diminution de volume du contenu qu'entraîne l'absorption. La traversée de l'intestin grêle demande approximativement trois heures.

Au cæcum, la digestion proprement dite est terminée ; la partie élaborée des aliments a été absorbée et le reste, mêlé à des détritus divers, s'achemine vers l'évacuation à l'extérieur. Bien que le gros intestin possède une muqueuse absorbante, comme le prouve l'action nutritive des lavements alimentaires, cependant sa fonction principale est précisément d'expulser ces résidus, représentés, non seulement par les substances indigérées, mais aussi par les mucosités intestinales, les produits des fermentations secondaires, les dérivés de la bile, les microorganismes, certaines substances minérales et les gaz (acide carbonique, azote, hydrogène, hydrogène sulfuré, méthane, etc.). Le glissement de ces matières fécales, devenues épaisses par suite de la résorption d'eau, est favorisé par la sécrétion de glandes qui fournissent un liquide alcalin, filant et riche en mucine. D'ailleurs, comme l'intestin grêle, le gros intestin est animé de mouvements péristaltiques qui poussent les matières vers le rectum. Toutefois, des mouvements antipéristaltiques, partis du côlon transverse, accumulent au début les matières dans le cæcum, où la valvule iléo-cæcale met obstacle à leur reflux dans l'intestin grêle, et c'est seulement quand elles se trouvent en quantité suffisante que la contraction péristaltique les chasse vers le rectum. Si l'anneau musculeux du sphincter anal, normalement en état de contraction légère, se laisse dilater, l'expulsion a lieu ; dans le cas contraire, les matières remontent vers l'S iliaque.

L'expulsion ou défécation résulte d'un réflexe qui a son point de départ dans la distension du rectum par l'accumulation des matières fécales, distension qui produit un sentiment de pesanteur vers le périnée, ou

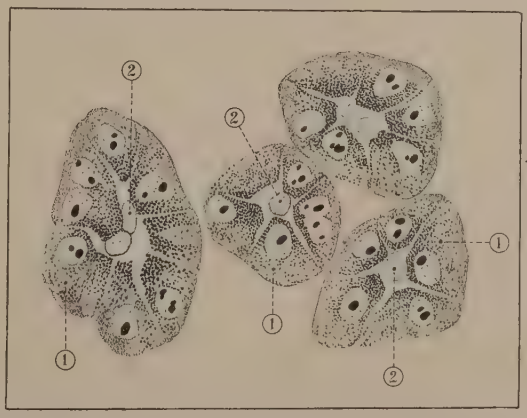


Fig. 33. — CELLULES DU PANCRÉAS ø 1. *Partie apicale de la cellule pancréatique contenant des grains de sécrétion.* — 2. *Cellules acineuses formant revêtement de la cavité sécrétante.* (Moreaux, del., imité de Branca.)

dans la présence de corps étrangers (suppositoires). Bien que réflexes, les actes d'expulsion peuvent être indirectement influencés par la volonté (efforts de défécation). Chez l'adulte, pour une alimentation mixte, le poids des fèces ou excréments est en moyenne, par jour, de 150 grammes, contenant 25 p. 100 de matières solides. Ce poids est augmenté avec une alimentation à prédominance végétale, diminué avec une alimentation carnée. La couleur dépend des pigments biliaires et aussi de certaines substances colorantes comme la chlorophylle (épinards) ; l'odeur, de la nature et de la quantité des acides gras et des produits de putréfaction microbienne; la consistance du régime et de l'état des parois intestinales (entérites). Enfin la réaction est acide quand les acides gras prédominent, alcaline quand croît la teneur en ammoniaque.

PHÉNOMÈNES PHYSICO-CHIMIQUES

A part quelques exceptions (solutions minérales, glucose), les aliments ne sont pas absorbables par les muqueuses digestives. Ils doivent donc subir une transformation physico-chimique qui se fait en trois étapes, buccale, gastrique et intestinale, au moyen d'agents particuliers qui sont les ferments.

LES FERMENTS. ✎ Les ferments, appelés aussi diastases, zymases et enzymes, sont des *catalyseurs*, autrement dit des corps qui, par leur seule présence,

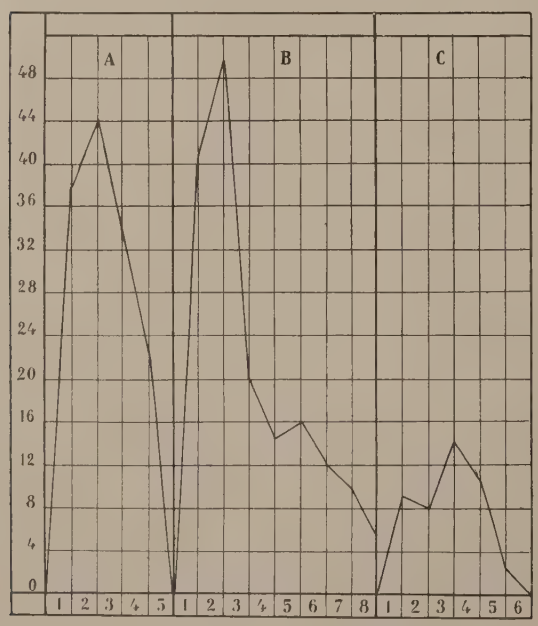


Fig. 34. — SÉCRÉTION DU SUC PANCRÉATIQUE SUIVANT LA NATURE DES ALIMENTS ✎ A. *Repas de viande.* — B. *Repas de pain.* — C. *Repas de lait.* — La ligne des abscisses indique la durée de la sécrétion en heures; la ligne des ordonnées, la quantité de suc pancréatique sécrétée, en centimètres cubes. (Moreaux, del., d'après Gley.)

hâtent la production des réactions ; celles-ci, à leur défaut, n'auraient pas lieu ou n'auraient lieu que plus lentement et dans des conditions différentes ; ils agissent à doses très faibles et peuvent servir presque indéfiniment à la fermentation si la matière à transformer est convenablement renouvelée. La digestion des aliments représente une fermentation et les mêmes effets peuvent être obtenus, en dehors de notre corps, à l'aide d'acides forts, de bases énergiques, de la chaleur ou même simplement du temps, mais l'emploi de ces réactifs est incompatible avec la vie, laquelle y a substitué des agents qu'elle élabore elle-même et qui par conséquent ne peuvent nuire à la manifestation de ses propriétés.

La composition des ferments est variable et on admet que beaucoup, renfermant de l'azote, se rapprochent des matières protéiques. C'est ce qui explique que, indifférents au froid, ils soient très sensibles à la chaleur et présentent une température d'activité maxima assez proche de la température qui les détruit ; celle-ci oscille entre 58° et 80° ou 90°.

On distingue, d'après leur mode d'action, plusieurs sortes de ferments : les *hydrolases*, qui dédoublent les molécules complexes en molécules plus simples par fixation d'eau ; ce sont les ferments les plus importants au point de vue digestif (pepsine, trypsine, etc.) ; les *coagulases*, qui transforment les colloïdes liquides ou *sols* en colloïdes semi-solides ou *gels* avec perte d'eau de suspension (ainsi le lab ou présure de l'estomac qui coagule le lait) ; les *oxydases*, qui sont des transporteurs d'oxygène, fixant l'oxygène libre sur les corps oxydables, telle l'hémoglobine ; les *catalases*, qui partagent les molécules complexes en molécules plus simples sans fixation d'eau, comme le ferment lactique (lactase), qui dédouble exactement le glucose en deux molécules d'acide lactique. Quant aux ferments déshydratants et réducteurs, on en a nié l'existence parce que beaucoup de ferments sont à action réversible, autrement dit peuvent, après avoir par exemple hydrolysé un corps, le déshydrater ensuite et le ramener à son état primitif. Toutes les cellules sécrètent des ferments, mais certaines sont spécialisées dans la fabrication d'un ferment particulier, et c'est ce qu'on observe dans les cellules des glandes digestives. La plupart de ces glandes sont à sécrétion externe, leurs cellules se trouvant orientées vers un canal excréteur dans lequel elles déversent leurs produits d'élaboration ; celui-ci est ensuite éliminé dans le tube digestif que nous savons être en dehors du sac clos de l'organisme. C'est d'abord sous forme de petits grains, dits *grains de sécrétion*, que se présentent les produits d'élaboration ; leur formation, intermittente et subordonnée à l'action du système nerveux, est le résultat de l'assimilation fonctionnelle des cellules sécrétantes : ils représentent donc un déchet qu'elles doivent éliminer. Seulement il se trouve que ce déchet, nuisible pour la cellule productrice, est utile à d'autres cellules.

Les grains de sécrétion représentent-ils les ferments avec toutes leurs propriétés spécifiques? Il ne le semble

pas ; du moins, dans nombre de cas, ces grains constituent un ferment inactif, un ferment qui a besoin de subir l'influence d'une autre substance, organique ou minérale, pour pouvoir manifester sa propriété diastasique ; ce ferment inactif est le *proferment* ou *zymogène*. Ainsi la trypsine du suc pancréatique sortant du canal de Wirsung n'a pas d'action sur les peptones du duodénum ; elle est encore un proferment ; pour qu'elle pousse plus loin le dédoublement des peptones, il lui faut subir l'influence d'un autre ferment, la kinase intestinale. Ainsi voilà une nouvelle classe de ferments, les *kinases*, qui ont pour propriété de transformer les proferments en ferments actifs. Enfin on a imaginé les *antiferments*, qui auraient pour caractère de s'opposer à l'action de certains ferments du même genre qu'eux. Par exemple l'antipepsine, produite par la muqueuse gastrique, protégerait cette muqueuse contre l'action du suc gastrique, et ce serait la raison pour laquelle l'estomac n'est pas normalement digéré par ce suc. Mais l'existence des antiferments n'est pas admise par beaucoup de physiologistes, qui y voient surtout une adaptation de résistance à l'action des ferments actifs.

LA DIGESTION BUCCALE. Elle s'opère sous l'influence de la salive mixte, mélange de sécrétions des glandes salivaires parotidiennes, sous-maxillaires et sublinguales ; elle constitue un liquide clair, alcalin, contenant en moyenne, pour 100 parties : 92 à 95 d'eau, 1,5 de ptyaline, 0,05 de sulfocyanate de potassium, 1,5 à 2 grammes de mucus et 2 à 3 grammes de chlorures, phosphates, carbonates, etc. La quantité sécrétée journellement par l'homme est de 300 à 1 000 grammes et plus.

Le rôle le plus visible de la salive est l'imbibition des aliments ; elle les ramollit, facilite leur mastication et en dissout les parties solubles ; c'est spécialement à la salive parotidienne, très fluide, qu'est dévolue cette fonction ; aux salives sous-maxillaire et sublinguale, plus épaisses, filantes, il appartient plutôt de favoriser le glissement et la déglutition du bol alimentaire.

Mais la salive joue un autre rôle important par la quantité et la qualité de sa sécrétion réflexe ; celle-ci change suivant ses causes et s'adapte à la nature de l'excitant ; elle est plus abondante avec les aliments secs qu'avec les aliments riches en eau ; le jeûne, la peur, la fièvre la diminuent au contraire, et c'est une des raisons pour lesquelles ceux-ci produisent la soif. D'autre part, les sensations gustatives agréables donnent une salive épaisse et riche en mucus, les sensations amères une salive très fluide, qui dilue l'amertume et réalise une sorte de lavage de la bouche. Ajoutons que l'introduction directe des aliments dans l'estomac déclenche le réflexe salivaire.

Tout le monde sait que la vue, l'odeur ou simplement le souvenir de mets succulents mettent, comme on dit, « l'eau à la bouche », en d'autres termes déterminent une abondante sécrétion de salive. Puisqu'il n'y a pas

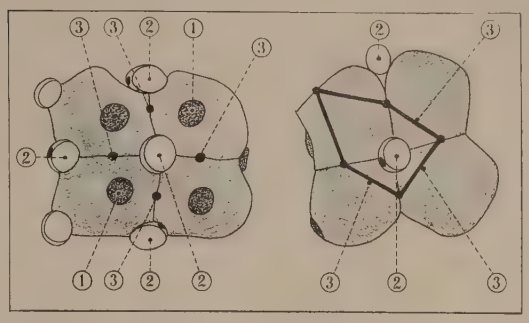


Fig. 35. — CELLULES HÉPATIQUES *A gauche :* Cellules vues en coupe. — *A droite :* Cellules vues en plan. — 1. *Noyau cellulaire.* — 2. *Capillaires sanguins.* — 3. *Canalicule biliaire.* (Moreaux, del., d'après Stohr.)

là d'excitation directe, cette sécrétion est *psychique* ; elle a son centre dans la quatrième circonvolution frontale et produit une salive très active, mais dont l'effet est assez court. A cette sécrétion psychique succède, quand les aliments parviennent à la bouche, la sécrétion réflexe, un peu moins active, mais qui persiste pendant deux à trois heures. Ce sont les hydrates de carbone et particulièrement l'amidon qui produisent la salive la plus riche en ptyaline.

L'action digestive de la salive tient à la présence de cette *ptyaline* ou amylase, dont l'activité maxima se tient entre 37° et 41° et qui transforme successivement l'amidon insoluble en amidon soluble, dextrine et maltose. Tel est le rôle spécifique de la salive : commencer la digestion des amidons en les transformant en maltose, sucre qui devra ultérieurement se dédoubler en glucose absorbable sous l'influence de l'amylase pancréatique. A la rigueur, on pourrait donc mieux se passer de cette ébauche de digestion que de l'insalivation des aliments.

La ptyaline dédouble le glycogène comme l'amidon ; elle est sans action appréciable sur le sucre de canne et de betterave ou saccharose et sur le sucre de lait ou lactose. Elle n'agit bien qu'en milieu alcalin ou neutre. Déglutie avec les aliments, elle perd ses propriétés amylolytiques dans le milieu acide de l'estomac, mais paraît les récupérer dans le milieu alcalin du duodénum.

LA DIGESTION GASTRIQUE. Les aliments avalés tombent dans l'estomac, où ils subissent de nouvelles transformations par l'action du suc gastrique, liquide neutre et peu abondant dans le jeûne, mais acide, abondant et actif au moment des repas. C'est en effet l'ingestion des aliments qui excite surtout la sécrétion stomacale, celle-ci étant plus copieuse et plus durable avec un repas mixte qu'avec un repas de viande, avec du pain qu'avec du lait. Mais les excitations gustatives jouent aussi un rôle (fig. 31). Tout aliment savoureux fait sécréter l'estomac et les aliments préférés plus que les autres, tandis qu'un aliment qui répugne n'a pas d'action bien sensible. Quand donc la faim est rassasiée, l'appétence

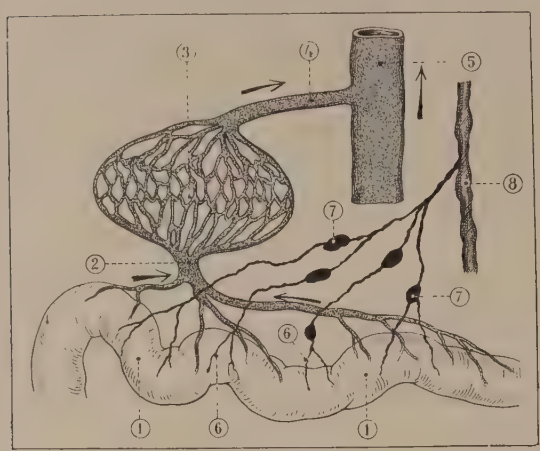


Fig. 36. — SCHÉMA DES VOIES DE L'ABSORPTION DIGESTIVE 1. *Intestin.* — 2. *Veine porte.* — 3. *Foie.* — 4. *Veine sus-hépatique.* — 5. *Veine cave.* — 6. *Lymphatiques intestinaux.* — 7. *Ganglions lymphatiques.* — 8. *Canal thoracique.* — Les flèches indiquent le sens de la progression des matériaux absorbés. (Moreaux, del.)

de la gourmandise peut encore provoquer une certaine sécrétion gastrique, ce qui prouve que le réflexe gastrique est en partie réglé par l'excitation gastrique psychique, provoquée par la vue, l'odeur et le souvenir ; elle diffère de la sécrétion réflexe par son apparition plus précoce, sa plus courte durée, sa plus grande activité ; elle est la première à se manifester et, quand elle commence à fléchir, la sécrétion réflexe est déjà entrée en jeu, de telle sorte que l'élaboration stomacale des aliments se poursuit sans interruption.

Le suc gastrique est un liquide clair, renfermant, chez l'homme, pour 1 000 parties : 2 d'acide, 2 de sels minéraux et 6 de matières organiques y compris les ferments. Il doit son activité hydrolysante sur les aliments à son acidité et à ses ferments dont le plus important est la *pepsine* (fig. 32). C'est un ferment protéolytique ou protéase, très énergique, capable de dédoubler 1 000 à 2 000 fois son poids de protéines. On distingue généralement la propeptine ou pepsine inactive de la pepsine vraie. Celle-ci transforme les protéines en peptones en milieu acide et est sécrétée par des glandes répandues à peu près sur toute l'étendue de l'estomac. La transformation, par les acides dilués, du proferment en pepsine et la sécrétion de celle-ci se font de façon intermittente au moment des repas ; elle cesse dans les intervalles de la digestion et pendant le jeûne. Certaines substances (extraits de viande, bouillon, pain grillé), introduites dans l'estomac vide, ont la propriété de favoriser la sécrétion du suc gastrique ; aussi les appelle-t-on *peptogènes*.

On a vu que la pepsine n'agit qu'en présence d'un acide ; encore faut-il que cet acide soit libre. C'est l'acide chlorhydrique, dont la teneur oscille, chez l'homme, entre 1,5 et 2 p. 1 000. Il se forme aux dépens des chlorures du sang et est excrété par les glandes du grand cul-de-sac de l'estomac. A côté de l'acide chlorhydrique, qui est l'acide physiologique, on trouve, en plus ou moins grande quantité, des acides organiques, principalement de l'acide lactique, qui sont des produits de fermentations secondaires dues à l'intervention des microbes contenus dans l'estomac.

L'effet du suc chlorhydro-peptique est d'hydrolyser les protéines, c'est-à-dire de dédoubler leurs molécules en molécules plus simples avec adjonction d'eau. Ce dédoublement donne naissance à deux sortes de corps, qui se produisent simultanément en quantité variable. Ce sont d'abord et surtout les albumoses ou propeptones, et en moindre quantité les peptones vraies, corps solubles mais non directement absorbables parce que leur molécule est encore trop volumineuse pour traverser la membrane muqueuse de l'intestin.

D'autres ferments sont sécrétés par les glandes de l'estomac, parmi lesquels il faut signaler le *lab* ou *présure*. C'est un ferment très actif, puisqu'il peut coaguler jusqu'à quatre cent mille fois son poids de caséine ; il appartient donc à la catégorie des coagulases. Sécrété d'abord sous forme de proferment et rendu actif par les acides, il est particulièrement abondant dans l'estomac des nouveau-nés qui ne se nourrissent que de lait ; il coagule plus rapidement le lait cru que le lait cuit, le lait de chèvre et surtout le lait de femme que le lait de vache, et en caillots plus fins, fait important à retenir quand il s'agit de l'alimentation de très jeunes enfants, attendu que la coagulation est un phénomène préparatoire indispensable à l'élaboration digestive de la caséine et que, moins le caillot formé est volumineux, plus facilement il est attaqué et dissous. La présence des sels de calcium, abondants dans le lait, paraît nécessaire à l'action de la présure. Il faut encore tenir compte et des ferments qui peuvent être ingérés avec les aliments crus et de ceux que produisent les microorganismes de la flore stomacale, levures, petits champignons, bactéries diverses, agents essentiels des fermentations secondaires.

On a signalé récemment l'afflux des globules blancs du sang, en provenance de la muqueuse, dans la cavité gastrique au moment de la digestion, afflux désigné sous le nom de *leucopédèse gastrique* et provoqué par les mêmes causes que les sécrétions de l'estomac. Ces leucocytes sont en grande majorité détruits et libèrent ainsi des diastases qui attaquent l'amidon, les corps gras et les protéines ; il est probable que les ferments leucocytaires cédés au suc gastrique contribuent à augmenter son pouvoir digestif. Sous l'influence de ces divers ferments et des mouvements péristaltiques qui facilitent le brassage des aliments, le contenu gastrique se transforme en *chyme*, sorte de bouillie dans la composition de laquelle entrent les aliments déjà élaborés et ceux qui ne le sont pas encore, sucres, graisses, nucléines, et enfin des microbes, de la salive, etc. Cette bouillie devient peu à peu plus fluide et passe, par fractions successives, à travers le pylore, dans le

duodénum. Normalement, la poche gastrique est vidée au bout de deux à six heures.

LA DIGESTION INTESTINALE. ◪ C'est de beaucoup la plus importante, car elle achève l'élaboration des aliments et les met en état d'être absorbés par la muqueuse. On peut même dire qu'elle est seule indispensable, les digestions salivaire et gastrique ne constituant que des opérations préparatoires.

Le chyme, ayant franchi le pylore, arrive dans le duodénum où il va subir simultanément l'action du suc pancréatique, de la bile et des sécrétions intestinales.

ACTION DU SUC PANCRÉATIQUE. — Le suc pancréatique est un liquide incolore, visqueux, alcalin, légèrement salé, renfermant 10 p. 1 000 de matières salines et 5 de matières organiques dont plusieurs ferments. Sa sécrétion est intermittente ; elle apparaît peu de temps après que les premiers aliments sont parvenus dans l'estomac et ne s'arrête qu'au bout de plusieurs heures, quand la digestion est achevée. Son excitant physiologique paraît être la *sécrétine*, substance activante produite par la muqueuse et qui, déversée dans le sang, irait ensuite exciter la sécrétion du pancréas.

Le pancréas fournit un grand nombre de ferments : 1° l'*amylase* qui saccharifie l'amidon et le glycogène de la même manière que la ptyaline ; mais, à côté d'elle, existe une *maltase* qui achève de dédoubler les sucres en glucose absorbable ; 2° la *lipase* qui décompose les graisses neutres en glycérine et en acides gras, lesquels sont saponifiés par les alcalins du milieu ; par lui-même d'ailleurs, le suc pancréatique émulsionne les graisses, c'est-à-dire les réduit en petits globules microscopiques, comme ceux du beurre dans le lait ; 3° la *trypsine* qui s'attaque aux protéines et les disloque complètement, transformant les albumoses en peptones et dédoublant ces dernières en acides aminés, de structure chimique très variée et dont le groupement différent donne naissance aux diverses espèces de protéines animales et végétales. La trypsine dédouble également les nucléoprotéines en nucléines et protéines, celles-ci étant à leur tour désintégrées comme on vient de le voir. D'où il suit que la trypsine suffit, à elle seule, à rendre les protéines absorbables, sans avoir réellement besoin de l'intervention préliminaire de la pepsine gastrique.

ACTION DE LA BILE. — Le foie n'intervient dans la digestion que par la bile qu'il sécrète en empruntant ses éléments au sang de la veine porte ; cette sécrétion est continue et s'accumule dans la vésicule biliaire ; c'est seulement au moment de la digestion et pendant toute sa durée que la bile s'écoule dans le duodénum par le canal cholédoque. La quantité produite chez l'homme oscille entre 300 et 1 100 centimètres cubes ; les excitants de la sécrétion sont les acides, les graisses neutres, les albumoses, la bile elle-même et surtout les sels biliaires acides qui, introduits dans l'estomac, augmentent son écoulement.

A son issue du canal cholédoque, la bile est un liquide jaune orangé chez l'homme, filant, à saveur amère, à réaction alcaline. Ses éléments caractéristiques sont des sels, glycocholates et taurocholates de soude, dérivés des corps gras et des albumines, et des pigments : bilirubine dérivée de la matière colorante du sang, et biliverdine produite par l'oxydation de la précédente. La bile renferme en outre 2 p. 100 de cholestérine, un peu de lécithine, des traces d'urée et de fer, du mucus provenant principalement des glandes de la vésicule et des canaux biliaires et enfin des chlorures et des phosphates. Elle agit principalement sur les graisses. D'abord, elle active la lipase pancréatique ; puis, grâce à sa réaction, elle émulsionne les corps gras et en favorise l'absorption ; enfin elle paraît exercer un pouvoir empêchant à l'égard des putréfactions intestinales que les microbes peuvent provoquer. La bile est en partie résorbée dans la circulation entéro-hépatique, en partie éliminée (pigments biliaires toxiques) par les matières fécales.

ACTION DU SUC INTESTINAL. — L'intestin grêle n'est pas uniquement un organe moteur poussant son contenu vers le cæcum et le gros intestin, c'est aussi un organe sécréteur agissant, soit pour activer certains ferments, soit pour achever d'élaborer certains aliments.

Le produit de ces diverses sécrétions, ou suc intestinal, apparaît dans le duodénum et la première partie du jéjunum, l'iléon n'en donnant que fort peu. C'est, chez l'homme, un liquide clair, alcalin, renfermant 10 p. 1 000 de sels (carbonates, phosphates et chlorures) et un grand nombre de ferments parmi lesquels il faut citer : l'*invertine* qui dédouble le sucre de canne ou de betterave en glucose ; une *maltase* qui dédouble le

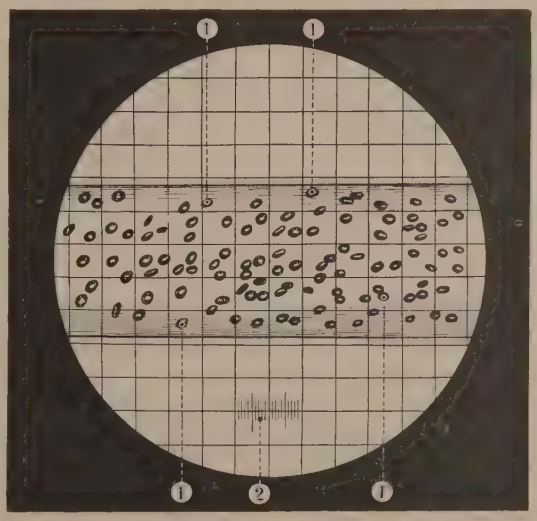


Fig. 37. — TUBE DE MALASSEZ ◪ Ce tube capillaire, rempli de sang à une dilution donnée, est examiné au microscope avec l'oculaire quadrillé. *Ce quadrillage est destiné à faciliter le dénombrement des globules rouges, 1 ; la petite échelle, 2, placée au-dessous du tube capillaire, permet de déterminer la dimension de ces globules.* (Moreaux, del., d'après Gley.)

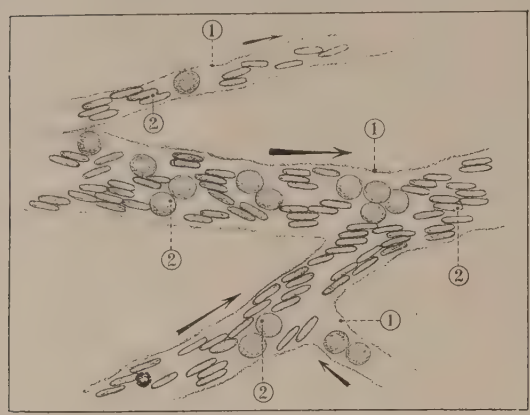


Fig. 38. — LES GLOBULES ROUGES DANS LES CAPILLAIRES ⌀ Quand les capillaires sont très fins, les globules s'empilent comme des pièces de monnaie. — 1. *Parois des capillaires.* — 2. *Globules rouges.* (Moreaux, del.)

sucre de malt ou maltose en deux molécules de glucose ; une *lactase*, active surtout chez les nourrissons et les personnes soumises au régime lacté, qui donne, avec le sucre de lait ou lactose, du glucose ; l'*érepsine*, protéase extrêmement énergique en milieu neutre ou alcalin, qui dédouble les albumoses et les peptones et la caséine en acides aminés, libère l'acide phosphorique des nucléines et désintègre même les protéines toxiques comme la toxine diphtérique et certains venins ; l'*entérokinase* qui n'attaque pas l'albumine, mais transforme la protrypsine en trypsine active ; la *sécrétine* dont il a été déjà parlé, et enfin une *lipase* dédoublant les graisses émulsionnées. On se rend compte par cette énumération que tous les principes alimentaires, hydrates de carbone, graisses, protéines, sont complètement disloqués dans l'intestin grêle et rendus absorbables, aptes par conséquent à franchir la muqueuse digestive et à entrer dans la circulation.

Jaunâtre et coloré par la bile dans le duodénum et le jéjunum, verdâtre dans l'iléon, renfermant les aliments élaborés et ceux qui ont échappé à la digestion, les sucs digestifs, le mucus, les microbes et les produits des fermentations secondaires, des gaz, etc., le contenu de l'intestin grêle est poussé progressivement par les mouvements péristaltiques vers le cæcum. La digestion proprement dite s'arrête là. Dans le gros intestin ne s'opèrent pas d'autres transformations chimiques que celles que peuvent entraîner les diastases sécrétées par les microorganismes et qui aboutissent à des putréfactions, mais le développement de celles-ci est ordinairement limité par la dessiccation des matières fécales dont l'eau est en grande partie résorbée par la muqueuse intestinale. Toutefois les glandes du gros intestin sécrètent un liquide filant, un peu trouble, alcalin, riche en mucus et en sels, qui n'a aucune propriété digestive et qui paraît surtout destiné à lubrifier les parois et à faciliter l'expulsion des matières fécales. Avec la défécation l'acte digestif est achevé.

Cet acte est remarquable par l'adaptation dont les sécrétions font preuve vis-à-vis des aliments qu'elles ont à élaborer. C'est ainsi que le régime carné tend à augmenter la qualité et la quantité du suc gastrique, de l'entérokinase et de la trypsine. Le régime des farineux diminue au contraire l'activité gastrique, ralentit la transformation de la protrypsine en trypsine, mais favorise la production des divers ferments des amidons et des sucres. Le régime lacté exclusif agit à peu près de même et active en outre la présure stomacale, la lactase et la lipase intestinales.

ABSORPTION

L'absorption est le passage des aliments élaborés par les sucs digestifs dans le milieu intérieur de l'organisme, sang et lymphe, qui les distribue finalement aux divers organes.

DIGESTIBILITÉ. ⌀ ⌀ Puisque l'absorption est fonction de la digestion, il convient de dire un mot de la digestibilité, ou rapport entre le poids d'un aliment et la proportion qui en est rendue absorbable dans un temps donné ; elle indique donc, non pas ce qui est réellement utilisé, mais ce qui est utilisable et en combien de temps. On établit la digestibilité par l'examen du contenu gastrique et surtout par l'étude microscopique et chimique des matières fécales correspondant à un repas que l'on isole des autres grâce à l'administration de matières colorantes, carmin ou charbon.

Beaucoup de facteurs agissent sur la digestibilité : 1° la *nature des aliments*. L'eau, le chlorure de sodium, le glucose ont une digestibilité parfaite parce qu'ils sont absorbables sans modifications. En revanche, le ligneux des végétaux, la vieille cellulose, les os et certaines parties cornées des animaux sont indigérables. Les autres aliments ont une digestibilité particulière à chacun. On appelle *coefficient d'utilisation intestinale* la quantité pour cent de chaque aliment qui a été absorbée et par conséquent digérée. Voici ce coefficient pour diverses sortes d'aliments :

ALIMENTS.	PROTÉINES.	GRAISSES.	HYDRATES de carbone.	MATIÈRES minérales.
Viande de boucherie.	97	95	»	82
Poissons.....	96,5	93	»	83
Œufs	97	95	»	82
Lait de vache	92	98	99	70
Fromages	95	96	99	75
Pain.....	80	»	98	90
Légumineuses.....	83	»	96	68
Légumes herbacées..	74	»	85	67
Fruits.....	78	80	88	70

Le tableau précédent démontre clairement que l'homme normal utilise mieux les aliments animaux que les aliments végétaux.

2° *La préparation culinaire.* — Elle rend, par la cuisson, les aliments plus facilement élaborables, sauf le bœuf et le mouton qui se digèrent plus vite crus que cuits ; en brisant les parois cellulosiques des légumes, elle facilite aussi l'attaque de leurs amidons et de leurs protéines. Les associations alimentaires sont également à considérer. Ainsi la digestibilité totale et principalement celle des corps gras s'élève quand on associe les viandes aux légumes dans le proportion d'un tiers des premières pour deux tiers des seconds, ce que réalisent certains ragoûts. Inversement, une abondante addition de sucre au beurre ou à la graisse (pâtisseries) ralentit notablement l'élaboration de ces derniers.

3° *La mastication.* — Mieux les aliments sont mastiqués, plus vite et plus complètement ils sont digérés et absorbés.

4° *Les sucs digestifs.* — Des ferments digestifs insuffisants ne peuvent assurer une bonne digestion des aliments ingérés : d'où diminution du coefficient d'utilisation et par suite de l'absorption.

5° *Les influences psychiques.* — « On ne digère bien que ce que l'on aime » est une formule dont l'exactitude est prouvée par l'action des sécrétions psychiques. Dans les états de bien-être, l'élaboration digestive se fait mieux et, comme on dit encore, « les aliments profitent davantage ». Sous l'influence de la dépression, des chagrins, des douleurs, on observe au contraire un ralentissement des fonctions digestives ; l'absorption, ainsi restreinte, ne suffit plus à nourrir le patient, qui maigrit et perd ses forces.

ABSORPTION PAR LA VOIE DIGESTIVE.

Le passage des aliments élaborés à travers les muqueuses de l'appareil digestif, qui constitue essentiellement l'*absorption*, n'est pas un phénomène purement physique. Sans doute, il s'établit un certain équilibre osmotique entre le liquide intestinal et le plasma sanguin, mais, cet équilibre réalisé, les colloïdes aussi bien que les cristalloïdes franchissent la muqueuse par un travail propre de perméabilité élective et de reconstitution opéré par ses cellules et dû à une adaptation progressive. Ce travail est facilité par les replis (valvules conniventes) et les saillies (villosités) de l'intestin qui augmentent singulièrement l'étendue de la surface absorbante. Il ne suffit pas d'ailleurs que les solutions intestinales pénètrent dans les cellules muqueuses ; il faut qu'elles les traversent et passent encore dans la circulation générale. A cet effet, le tissu de la villosité renferme, d'une part, un lacis périphérique de capillaires sanguins qui arrivent au contact de l'épithélium intestinal, et, de l'autre, un canal central qui est le vaisseau chylifère. Il y a ainsi deux voies d'absorption : la voie sanguine et la voie lymphatique. Par la première passent les sels minéraux, le glucose, les matières protéiques et un peu de graisse, qui, des capillaires intestinaux, vont aux veines mésentériques, à la veine porte et au foie ; par la seconde passent surtout les graisses qui, des chylifères, parviennent dans le canal thoracique et les veines caves.

L'absorption se fait presque exclusivement au niveau de l'intestin et son mécanisme varie avec la nature des aliments. L'eau, le chlorure de sodium, le glucose sont absorbés d'emblée sans modification. Les sulfates, phosphates, tartrates minéraux sont d'absorption plus difficile et c'est pourquoi, disposant d'un pouvoir osmotique élevé, ils peuvent devenir purgatifs. L'absorption des graisses est encore plus compliquée. Dédoublées par la lipase en leurs constituants, glycérine et acides gras, elles sont reconstituées par les cellules épithéliales, non pas telles qu'elles ont été ingérées, mais sous la forme de la graisse spécifique propre à l'organisme digérant. Ce qui signifie que la graisse d'oie, par exemple, ingérée par nous, se transforme dans notre muqueuse en graisse d'homme. Quant aux graisses émulsionnées, elles sont englobées par les cellules épithéliales et les leucocytes, dédoublées en leurs constituants et reconstituées comme ci-dessus. Enfin les matières protéiques se comportent à peu près comme les graisses. Préalablement dédoublées en acides aminés, elles sont reconstituées, quelle que soit leur provenance animale ou végétale, par les cellules de la muqueuse en albumines spécifiques du sang du sujet.

ABSORPTION PAR D'AUTRES VOIES.

L'absorption est une fonction générale de toutes les membranes organiques ; elle peut donc se faire par d'autres

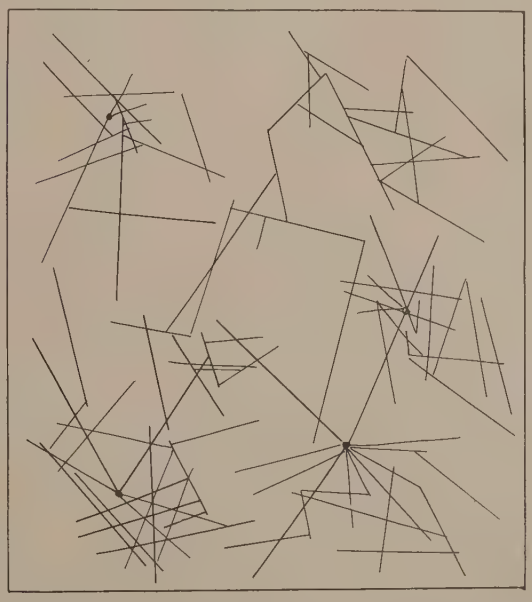


Fig. 39. — RÉTICULUM FIBRINEUX DU SANG. La fibrine du sang, lors de la coagulation de celui-ci, forme un réticulum ou réseau qui emprisonne dans ses mailles fines tous les éléments figurés. Les « nœuds » de ces mailles sont constitués par des hématoblastes, éléments très petits et incolores qui sont au nombre de 200.000 à 300.000 par millimètre carré. (Moreaux, del., d'après Ranvier.)

voies que la voie digestive, bien que celle-ci, en raison de son adaptation, soit de beaucoup la plus importante.

La peau intacte est imperméable aux solides et aux liquides, même à l'eau, mais elle est perméable aux substances volatiles et aux gaz. Quand la peau est lésée, les liquides peuvent la pénétrer et parvenir ainsi à la circulation générale ; les liquides sont également absorbés par le tissu cellulaire sous-cutané et gagnent la circulation par les capillaires : d'où l'action rapide des médicaments administrés par la voie hypodermique. Toutes les muqueuses absorbent l'eau et les matières dissoutes en contact avec leur surface, à l'exception de la muqueuse vésicale qui est imperméable pour l'eau et les constituants de l'urine. En outre, les gaz et vapeurs pénètrent aisément à travers les muqueuses bronchiques et pulmonaires. Quant aux séreuses (péritonéale, pleurale, etc.) elles se laissent traverser rapidement par les substances dissoutes.

Les matériaux absorbés aboutissent finalement à la circulation générale qui les distribue à tous les tissus et organes. Voyons maintenant comment se fait cette distribution.

CIRCULATION

Il faut que le sang, ayant reçu les matériaux absorbés, les transporte dans tout l'organisme pour que chaque cellule y puise les éléments nécessaires à sa nutrition et à son fonctionnement, et c'est pourquoi Claude Bernard a appelé le sang le *milieu intérieur* de l'organisme, par opposition à l'ambiance, ou *milieu extérieur*, dans laquelle nous plongeons. La fonction grâce à laquelle le sang est ainsi réparti entre les différents organes est la circulation. Mais cette fonction est double et continue ; elle est double, car, si le sang apporte aux tissus les substances indispensables à leur activité, il reçoit et emporte aussi les déchets produits par cette activité ; elle est continue parce qu'aucune cellule de notre corps ne peut continuer de vivre sans que soit incessamment renouvelé le milieu limité qui la baigne. Pour assurer la circulation du sang, sont donc nécessaires un organe moteur central, le cœur, et un ensemble de vaisseaux dans lesquels le sang puisse indéfiniment accomplir son parcours. D'où la constitution de l'appareil circulatoire. Mais, du moment que cet appareil est clos de toutes parts, le sang cesse d'être en contact immédiat avec les cellules. Par suite, un intermédiaire s'impose. La mince paroi des capillaires laisse donc transsuder un nouveau liquide, la *lymphe*, qui contient tous les principes solubles du sang, remplit les espaces intercellulaires et dans lequel baignent réellement cette fois les cellules. C'est à lui qu'elles empruntent leurs aliments, c'est en lui qu'elles rejettent les déchets de leur fonctionnement. Mieux encore que le sang, la lymphe est le véritable milieu intérieur de nos tissus, milieu qui doit être renouvelé comme le sang et sous l'influence des mêmes nécessités. Nous avons ainsi à examiner successivement la circulation sanguine et la circulation lymphatique.

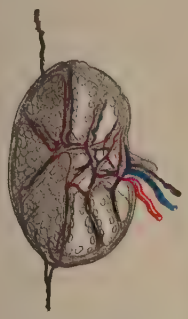
CIRCULATION SANGUINE

Il y a à considérer, d'une part, le sang qui circule et, de l'autre, le mécanisme qui règle cette circulation.

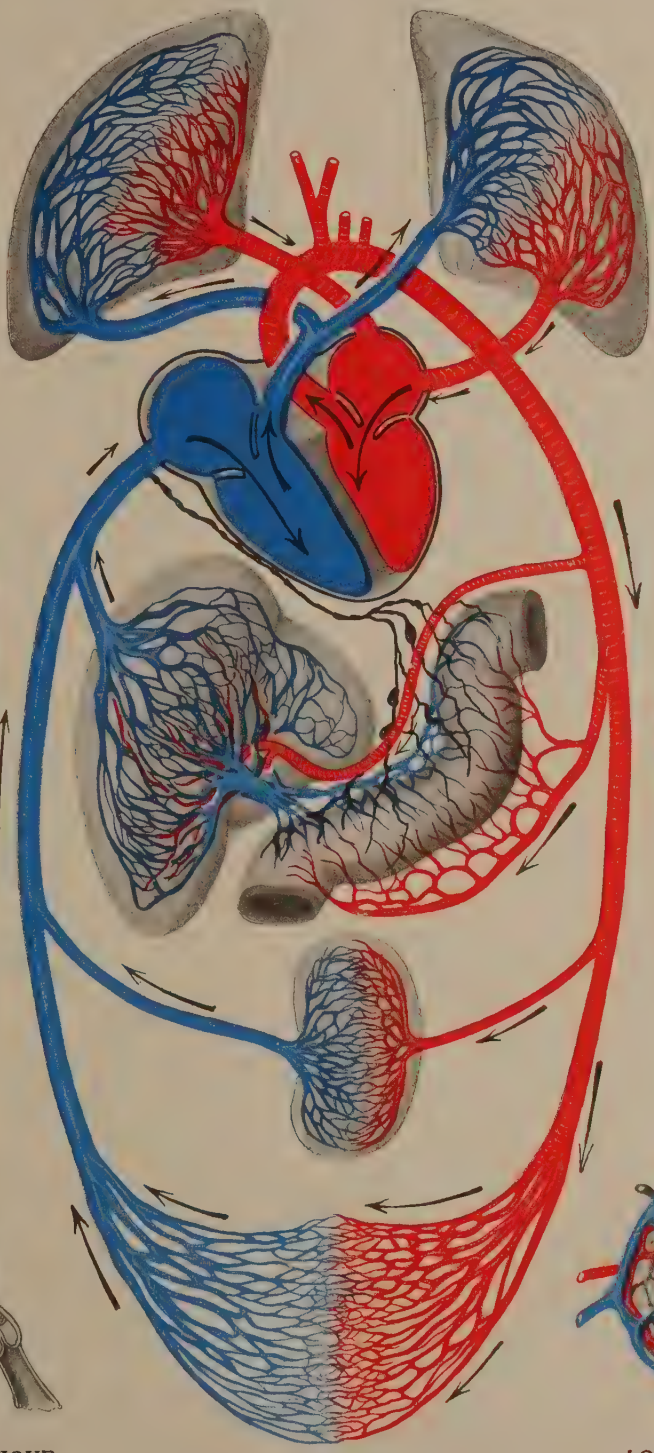
LE SANG. Le sang, liquide rouge, n'est cependant pas un véritable liquide, c'est un tissu vivant dans lequel des éléments cellulaires isolés baignent au milieu d'une substance fluide appelée *plasma*.

On estime que la quantité de sang de l'homme est environ un treizième du poids de son corps, soit, pour un adulte de 65 kilogrammes, 5 kilogrammes environ, ce qui équivaut, la densité du sang étant de 1,061 chez l'homme et de 1,058 chez la femme, à 4 800 centimètres cubes. Cette quantité, toutefois, varie assez notablement avec les circonstances et peut passer du simple au double pendant la période d'absorption digestive ou, au contraire, diminuer de moitié par le jeûne prolongé ou sous l'influence d'une sudation abondante. La couleur du sang n'est pas toujours la même, elle résulte de l'état de son pigment, l'hémoglobine ; vermeille dans le sang artériel, plus foncée dans le sang veineux, elle est groseille dans le sang oxycarboné. Enfin le sang possède une saveur salée et une odeur fade spéciale qui change avec les espèces ; il est visqueux par suite de sa richesse en matières protéiques et de l'abondance des éléments figurés qu'il contient. Au point de vue physiologique, une des propriétés les plus importantes du sang est sa réaction ; au papier de tournesol, elle est alcaline, répondant à 2 ou 3 grammes de soude caustique par litre, et cette alcalinité est due au bicarbonate et au phosphate de soude ainsi qu'à une petite quantité de bases ammoniacales et alcaloïdiques du plasma. Cette alcalinité légère conditionne cependant l'action régulière du sang dans les phénomènes chimiques de la vie. Ajoutons que le sang veineux est moins alcalin que le sang artériel et que l'activité des organes, et spécialement les contractions musculaires, tendent à accroître l'alcalinité.

Très complexe est la composition du sang. On a vu ci-dessus qu'il présente deux parties : une partie solide ou éléments figurés (globules rouges ou hématies, globules blancs ou leucocytes, globulins ou hématoblastes) et une partie liquide, le plasma, qui sont dans le rapport moyen de 450 à 550 ; ce rapport diminue avec l'absorption d'eau et augmente avec les grandes sudations et les diarrhées profuses, mais tend constamment à revenir à la normale, soit que le sang emprunte de l'eau aux tissus, soit que se multiplient les éléments figurés, comme on le voit à la suite d'une forte hémorragie. Notons que la composition du sang veineux n'est pas tout à fait la même que celle du sang artériel ; il renferme moins d'oxygène et plus d'acide carbonique, et de plus, des déchets, les produits des glandes à sécré-

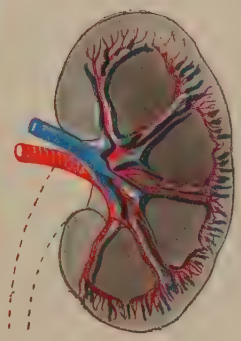


GANGLION LYMPHATIQUE
(Schéma)



VEINE
(Coupe longitudinale)

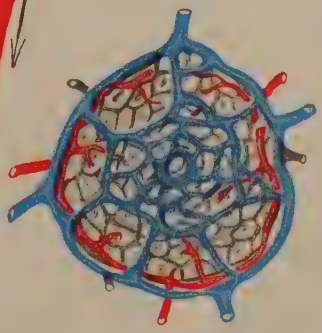
ARTÈRE
(Coupe)



REIN
(Coupe schematique)

VAISSEAU LYMPHATIQUE
(Coupe longitudinale)

SCHEMA DE LA CIRCULATION SANGUINE



LOBULE HÉPATIQUE
(Coupe)

Fig. 40. — HARVEY MONTRANT LA CIRCULATION DU SANG A CHARLES Ier ø. Le fils du vicomte de Montgomery, ayant été autrefois grièvement blessé, restait porteur d'une plaie qui permettait de pénétrer dans le thorax à gauche et de toucher de la main le cœur. Harvey démontra à Charles Ier sur ce curieux sujet les mouvements du cœur et notamment la concordance entre les battements du pouls et la contraction du muscle cardiaque. ø N. B. — L'artiste a dramatisé la scène, car Harvey déclare que cet examen était indolore pour le blessé. Celui-ci, en outre, n'avait guère plus de 20 ans. (Tableau de E. FICHEL, Académie de Médecine.)

tion interne, et dans les veines de provenance intestinale et hépatique, une grande quantité de substances élaborées, toutes matières que le sang artériel ne contient pas.

Les globules rouges. — Les globules rouges ou hématies sont de petits disques biconcaves, ayant en moyenne 7 millièmes de millimètre de diamètre et 2 d'épaisseur ; ils constituent des cellules profondément transformées, car ils ont perdu leur noyau. Leur nombre est énorme ; on a calculé que le corps d'un adulte normal en renferme environ 25 000 milliards. Ce chiffre a été établi en procédant à la numération des globules rouges contenus dans 1 millimètre cube de sang, au moyen de l'appareil de Malassez (fig. 37) ; comme ce nombre est de 5 000 000, on en a déduit qu'il y a 5 000 milliards d'hématies par litre de sang, soit, en totalité, 25 000 milliards. Mais ce nombre est sujet à variations sous l'influence de divers facteurs : certains l'augmentent (hautes altitudes), d'autres le diminuent (anémies).

Les globules rouges sont élastiques ; ils se déforment facilement et c'est ce qui leur permet de cheminer dans les capillaires (fig. 38) dont la lumière a un calibre inférieur à leurs dimensions ; ils ont une certaine viscosité, grâce à laquelle ils peuvent adhérer légèrement les uns aux autres et s'empiler comme des pièces de monnaie ; ils possèdent enfin une membrane d'enveloppe semi-perméable qui laisse s'accomplir les échanges avec le milieu. Si on plonge des globules rouges dans des solutions de chlorure de sodium de concentrations différentes, trois cas peuvent se présenter : 1° les hématies ne changent pas : la solution est dite *isotonique* ; c'est-à-dire qu'il y a même concentration moléculaire à l'extérieur qu'à l'intérieur de la membrane globulaire ; 2° les hématies se gonflent : la solution est *hypotonique* ; sa concentration moléculaire étant plus faible que celle du liquide globulaire, il passe de l'eau à travers la membrane ; 3° les hématies se ratatinent : la solution est *hypertonique* ; sa concentration moléculaire étant plus élevée que celle du liquide du globule rouge, de l'eau sort de ce dernier afin de rétablir l'équilibre osmotique. Toutefois, cette perméabilité n'est pas limitée à l'eau et s'atteste élective ; elle existe pour les gaz, l'urée, certains sels, mais non pour les sucres ; elle est diminuée

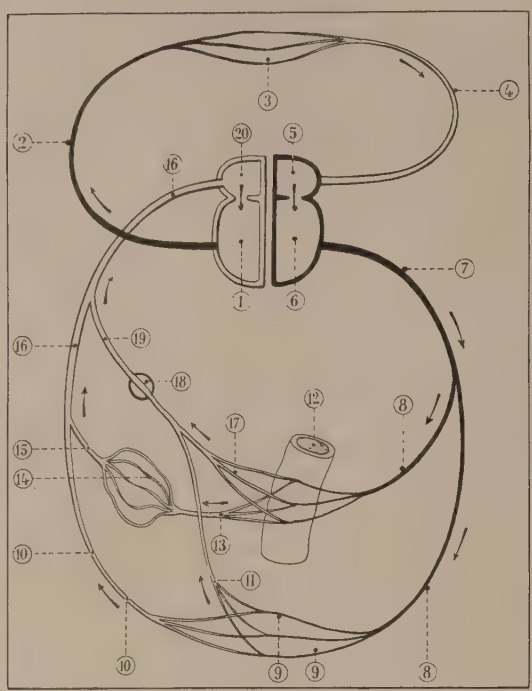


Fig. 41. — SCHÉMA DE LA CIRCULATION ▰ Petite circulation ou circulation pulmonaire. — 1. *Ventricule droit.* — 2. *Artère pulmonaire.* — 3. *Poumons.* — 4. *Veine pulmonaire.* — 5. *Oreillette gauche.* — Grande circulation : 6. *Ventricule gauche.* — 7. *Aorte.* — 8. *Artère.* — 9. *Capillaires.* — 10. *Veine.* — 11. *Vaisseaux lymphatiques.* — 12. *Intestins.* — 13. *Veine porte.* — 14. *Foie.* — 15. *Veine sus-hépatique.* — 16. *Veine cave.* — 17. *Chylifères.* — 18. *Citerne de Pecquet.* — 19. *Canal thoracique.* — 20. *Oreillette droite.* — Les flèches indiquent le sens de la circulation. (Moreaux, del., d'après Laumonier.)

par les alcalins, la cholestérine, et augmentée par les acides biliaires. Cependant les variations de la perméabilité sont toujours d'assez faible amplitude ; les globules rouges maintiennent constante leur tension osmotique, les substances qui sortent faisant équilibre moléculaire à celles qui entrent. C'est à cette question que se rattachent l'*hémolyse*, l'*hématolyse* et la *résistance globulaire*. La destruction des globules rouges peut être produite par deux sortes d'agents : les uns (eau distillée) s'attaquent à l'hémoglobine sans toucher à la membrane globulaire : c'est l'hémolyse proprement dite ; les autres (bile) attaquent d'abord la membrane, entraînant ainsi le *laquage* du sang ou passage de l'hémoglobine dans le plasma, puis dissolvent finalement l'hématie : c'est l'hématolyse. Beaucoup de substances sont capables de provoquer l'hémolyse : les silicates alcalins, les savons, les venins, certaines toxines bactériennes, les sérums d'animaux, etc.

Les causes de destruction des globules rouges sont, même dans le sang, innombrables et cependant le nombre des hématies est normalement constant. C'est qu'elles présentent une résistance qui leur est propre, la résistance globulaire ; elle dépend de la constitution de la membrane globulaire et peut-être de la présence de la cholestérine. En effet, quand celle-ci augmente ou diminue dans le sang, la résistance s'accroît ou s'abaisse parallèlement. Il y a un grand intérêt à déterminer la valeur de cette résistance, car, plus elle est faible, plus l'hémolyse est facile et plus devient fragile l'intégrité du sang.

La composition centésimale des hématies est la suivante : eau, 68 ; matières minérales, 1 ; matières organiques, 31. Leurs deux caractéristiques chimiques sont : le fer, qui est à la base de l'hémoglobine, et le potassium sous forme de phosphate ; elles renferment en outre deux protéines, une nucléo-protéine avec lécithine et cholestérine et une chromo-protéine, l'*hémoglobine*, dix fois plus abondante que la précédente.

C'est l'hémoglobine qui confère aux globules rouges leur fonction respiratoire ; elle résulte de la combinaison de la globine, dérivé basique des albumines, et d'un pigment brun, azoté et ferrugineux, l'*hématine*. Il existe en réalité deux hémoglobines : l'*oxyhémoglobine* ou hémoglobine oxydée et l'hémoglobine proprement dite. Entre ces deux corps il n'y a que la différence d'un atome d'oxygène fixé en plus sur le premier. Chez l'homme, l'oxyhémoglobine présente, à l'analyse spectrale, un spectre d'absorption caractérisé par deux bandes, situées à l'intérieur et au voisinage des raies D et E de Fraunhofer, c'est-à-dire dans la région jaune-vert. L'hémoglobine ne fournit pas le même aspect ; son spectre, dit de réduction, présente une bande unique qui couvre tout l'intervalle entre les raies D et E. D'autres différences les séparent : l'oxyhémoglobine est soluble dans l'eau et les alcalis très dilués, mais les substances réductrices la transforment en hémoglobine ; cette dernière est plus soluble que la précédente, tout en cristallisant plus difficilement et en fournissant des cristaux d'une autre forme ; exposée à l'air, elle régénère l'oxyhémoglobine. Enfin, sous l'influence de solutions étendues d'acides ou d'alcalis caustiques, l'hémoglobine se dédouble en globine et hématine, celle-ci tenant le rôle de vecteur d'oxygène et exerçant essentiellement la fonction respiratoire dévolue aux globules rouges.

Parmi ses dérivés, signalons : la *méthémoglobine*, isomère de l'oxyhémoglobine ; elle contracte une combinaison stable avec l'oxygène auquel elle ne peut servir de vecteur ; on la rencontre dans les anciennes taches de sang ; l'*hémoglobine oxycarbonée*, dans laquelle l'hémoglobine fixe une molécule d'oxyde de carbone ; cette combinaison, étant extrêmement stable, détruit la fonction d'hématose ; de là le danger de respirer les vapeurs de charbon et les émanations des poêles à combustion lente; enfin l'hémoglobine carbonique ou *carbo-hémoglobine*, qui résulte de la fixation de l'acide carbonique sur l'hémoglobine, fixation qui n'empêche pas celle de l'oxygène, mais la restreint, et les accidents survenus dans les salles surpeuplées et mal aérées lui sont en grande partie imputables.

Cl. A. Lumière.

Fig. 42. — CIRCULATION DE LA MAIN. — Les vaisseaux ont été injectés au moyen de substances opaques aux rayons X.

Quand les globules rouges arrivent dans le sang, leur évolution vitale est à peu près terminée ; ils ne se reproduisent plus et leur activité est limitée à la fonction respiratoire. Cependant, comme ils se détruisent constamment, non seulement par l'hémolyse pathologique, mais aussi par un processus normal dont témoignent les pigments biliaires et urinaires, il faut qu'ils se régénèrent constamment aussi dans certains organes appelés *hématopoiétiques*. Ces organes sont : 1° la rate, organe à la fois destructeur et formateur ; ses cellules englobent et digèrent les hématies altérées et vieillies ; il s'y constitue ainsi des réserves de fer; celles-ci sont ultérieurement reprises par des éléments cellulaires jeunes qui se chargent d'hémoglobine reconstituée, perdent leur noyau et tombent dans la circulation sous forme d'hématies adultes. Cette hématopoièse s'accroît toutes les fois que le nombre des globules rouges diminue, l'organisme tendant à maintenir constante la composition du sang ; 2° le foie, qui est également un organe formateur et destructeur et constitue, lui aussi, un réservoir de fer, principalement chez les nouveau-nés ; 3° la moelle rouge des os courts et des épiphyses des os longs, dont certaines cellules se chargent d'hémoglobine et se transforment en hématies, mais il ne paraît pas y avoir, dans la moelle rouge, destruction de globules.

L'hémoglobine des globules rouges de nouvelle formation n'est pas uniquement empruntée aux matériaux provenant des hématies détruites. Ce mécanisme intervient sans doute, mais il est insuffisant, puisque les produits de transformation de l'hémoglobine sont sans cesse éliminés avec les pigments biliaires et l'urobiline. Une partie du fer qu'exige la production de nouveaux globules provient de l'apport alimentaire. On a observé en effet que le fer des aliments (*hématogène* du jaune d'œuf) est absorbé sous forme de fines granulations par la muqueuse intestinale et véhiculé par les leucocytes jusqu'au canal thoracique.

Ce fer ne reste pas dans le sang ; il s'accumule dans le foie, qui exerce donc une fonction martiale, grâce à laquelle il élabore les réserves de fer qui seront ensuite utilisées par les organes hématopoiétiques (et le foie lui-même) à la formation de l'hémoglobine.

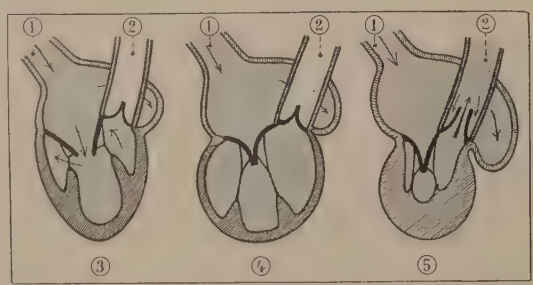


Fig. 43. — ÉTAT DU CŒUR PENDANT LA SYSTOLE. 1. *Veine pulmonaire.* — 2. *Aorte.* — 3. *Systole auriculaire.* — 4. *Première phase de la systole ventriculaire.* — 5. *Deuxième phase de la systole ventriculaire : le sang est expulsé du ventricule gauche dans l'aorte.* (Moreaux, del., d'après Gad et Heymans.)

Les globules blancs. — Les globules blancs ou leucocytes sont de petites cellules à peine plus volumineuses que les hématies, mais bien moins nombreuses ; on en compte 1 pour 500 à 600 globules rouges, autrement dit 7000 à 8 000 par millimètre cube de sang. Ces cellules sont mobiles, renferment diverses granulations, et un noyau. On en distingue plusieurs variétés : les petits et grands mononucléaires ou *lymphocytes*, dont le noyau unique (*monos*, seul) est arrondi ou ovale et occupe le centre du globule ; et les *polynucléaires*, dont le noyau en bissac ou découpé en lobes est unique mais paraît multiple (*polus*, beaucoup); on les désigne sous le nom de *basophiles*, *acidophiles* ou *neutrophiles* suivant que leurs granulations sont colorées par les couleurs d'aniline basiques, acides ou neutres. Leur proportion respective dans le sang normal, ou *formule leucocytaire*, est la suivante : lymphocytes 20 à 30 p. 100 ; grands mononucléaires 1 p. 100 ; polynucléaires neutrophiles 70 p. 100 ; acidophiles (éosinophiles) 1 à 3 p. 100 ; basophiles 0,5 p. 100. On nomme *leucocytose* l'augmentation du nombre des globules blancs par rapport à celui des globules rouges, et *leucopénie* le phénomène inverse.

La composition des leucocytes est la suivante pour cent parties : eau 85 à 90 ; matières solides 10 à 15, se décomposant en matières minérales (phosphates et chlorures) et matières organiques (globuline et nucléoprotéine, lécithine, cholestérine, glycogène, etc.). Les leucocytes ne sont pas tous de même provenance. Les lymphocytes se forment dans les ganglions lymphatiques surtout et dans la rate; les polynucléaires, dans la moelle osseuse. D'autres proviennent du tissu conjonctif (cellules migratrices). Tous, d'ailleurs, sont des cellules complètes qui continuent de se diviser et finalement se détruisent dans le sang et d'autres organes.

A l'encontre des hématies, qui se tiennent généralement au centre de la lumière des vaisseaux, les leucocytes rampent plus ou moins le long des parois. C'est qu'en effet ils sont mobiles. Adhérant à la surface qui les porte, ils se meuvent à la manière des amibes, en émettant des prolongements protoplasmiques ou *pseudopodes*, et se déplacent en s'étirant et se contractant. Cette façon de se mouvoir leur permet d'englober et de transporter les granulations, les particules alimentaires et les bactéries qu'ils rencontrent sur leur chemin ; d'où le nom de *phagocytes* ou cellules mangeuses que Metchnikoff leur a donné; c'est ce qui leur permet aussi de franchir les capillaires sanguins en s'insinuant entre les intervalles des cellules qui forment leurs parois. Ce phénomène, appelé *diapédèse*, est normal et se produit notamment pendant la digestion, mais il s'exagère toutes les fois qu'il existe une cause d'irritation locale (corps étrangers, microbes) et donne alors lieu à la formation du pus. Les leucocytes remplissent en outre une double fonction digestive :

d'une part, ils englobent et digèrent les vieilles hématies et les cellules usées et altérées de notre corps et le débarrassent ainsi des éléments inutiles qui l'encombrent ; de l'autre, ils laissent échapper, au moment de leur destruction, les ferments qu'ils renferment et qui donnent au sérum sanguin une partie de ses propriétés.

Les hématoblastes. — Ce sont des éléments très petits, incolores, en forme de bâtonnets, que l'on trouve dans le sang circulant au nombre de 200 000 à 300 000 par millimètre cube ; ils jouent un rôle dans la coagulation. Quant aux *hémoconies*, ce sont de petites granulations graisseuses, abondantes surtout après un repas riche en corps gras.

Le plasma. — Le plasma est la partie liquide du sang ou, plus exactement, tout ce que contient le sang en dehors des éléments figurés. Voici sa composition centésimale ; 90 d'eau, 0,8 de matières minérales (chlorures, sulfates, phosphates, carbonates, etc.), 8 d'albumine et de globuline, 0,5 de fibrinogène, 0,5 de sucre, graisse, lécithine, cholestérine, urée et substances extractives. Le plasma, à réaction alcaline, est donc le liquide le plus riche en protéines de tout l'organisme ; sa substance la plus intéressante est le *fibrinogène*, d'origine hépatique, qui se dédouble en globuline et en fibrine, laquelle coagule en emprisonnant dans ses mailles tous les éléments figurés du sang. Par suite, la coagulation de la fibrine sépare le sang en deux parties : l'une solide, ayant l'aspect d'une gelée rouge, le *caillot* ; l'autre liquide, le *sérum*. Ce dernier est donc du plasma débarrassé de son fibrinogène.

Le *sérum* est un liquide jaunâtre et un peu visqueux, ordinairement limpide, plus alcalin que le plasma. Sa dominante minérale est le chlorure de sodium (5 p. 1 000), dont la teneur est maintenue constante par un double système de régulation : quand le chlorure de sodium diminue, les tissus cèdent au sang ce qui lui manque ; quand il augmente, l'élimination rénale enlève ce qu'il y a de trop. On trouve dans le sérum deux protéines, une sérine et une globuline, et, en outre, les diverses substances organiques mentionnées dans le plasma : sucre, acides gras, lécithine, cholestérine, urée, des substances toxiques, des pigments et enfin de nombreux ferments (amylase, maltase, lipase, oxydase, ferment glycolytique), tous sécrétés par les leucocytes.

Le sérum paraît encore contenir plusieurs substances, hypothétiques au point de vue chimique, car on n'est jamais parvenu à les isoler : hémolysines, bactériolysines, cytolysines, agglutinines, sensibilisatrices, alexines, anaphylactines, etc., etc., mais qui n'en provoquent pas moins des réactions physiques qu'indique le nom donné à chacune d'elles. Toutes paraissent également dérivées des leucocytes et semblent traduire, non des affinités chimiques, mais l'action que, suivant leur signe et leur charge électrique, les colloïdes exercent les uns sur les autres. Toutes aussi ont une signification défensive et se comportent comme si elles étaient destinées à protéger l'intégrité physico-chimique du sang contre

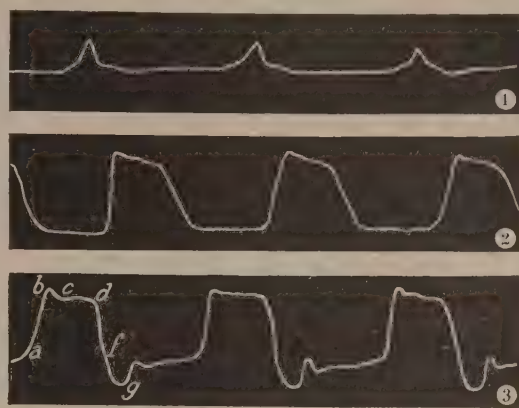


Fig. 44. — TRACÉ DES PULSATIONS CARDIAQUES DANS DIFFÉRENTES POSITIONS. 1. *Position debout (tracé atypique).* — 2. *Position debout.* — 3. *Position couchée sur le côté gauche (type fixe).* — Les parties supérieures du tracé représentent les systoles, les parties inférieures les diastoles. (Moreaux, del., d'après Pachon.)

l'introduction de substances étrangères capables d'altérer ses propriétés. Aussi toute pénétration de corps étrangers dans le milieu intérieur se traduit-elle par des réactions de coagulation ou de floculation, de liquéfaction ou de lyse, entraînant des phénomènes qui ne sont autres que ceux du choc anaphylactique ou traumatique et des maladies infectieuses et diathésiques.

Les gaz du sang. — Ainsi qu'on l'a vu en étudiant la respiration, le sang contient des gaz : oxygène, acide carbonique, azote et traces d'argon, gaz qui sont à l'état de dissolution ou de combinaisons avec l'hémoglobine et les alcalis du plasma et des globules. L'azote

NATURE DES GAZ.	SANG ARTÉRIEL.	SANG VEINEUX (cœur droit).
Oxygène p. 100 centimètres cubes de sang	19cc,0	11cc,0
Acide carbonique	39cc,0	46cc,0
Azote	1cc,8	1cc,8

et l'argon ne jouent aucun rôle physiologique et restent en quantité à peu près invariable, mais les proportions des deux autres changent dans le sang artériel et le sang veineux.

On voit que, même dans le sang artériel, la proportion d'acide est toujours plus élevée que celle de l'oxygène. D'ailleurs le sang humain est loin d'être saturé d'oxygène, car sa *capacité respiratoire*, c'est-à-dire la quantité maxima d'oxygène qu'il peut fixer à la pression barométrique ordinaire, s'élève à 26 centimètres cubes p. 100.

La coagulation du sang. — Sorti des vaisseaux, le sang coagule et se prend en masse qui a l'aspect d'une gelée. Si on laisse cette masse au repos, elle se rétracte peu à peu et laisse sourdre un liquide, le sérum.

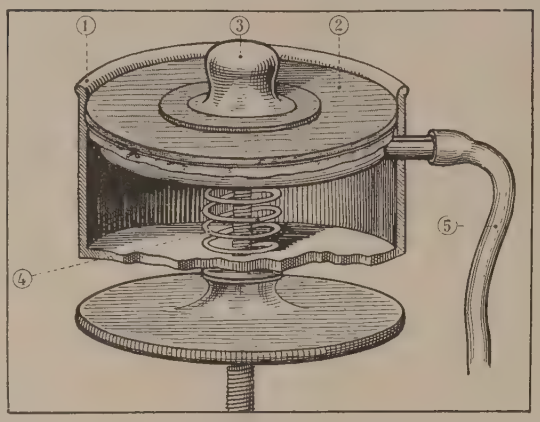


Fig. 45. — CARDIOGRAPHE DE MAREY. *La capsule métallique, 1, est recouverte d'une paroi élastique, 2, en caoutchouc ; elle porte un bouton, 3, maintenu par un ressort à boudin, 4 ; ce bouton est appliqué sur le cœur du sujet en expérience ; il se déplace à chaque pulsation cardiaque, refoule l'air contenu dans la capsule, air qui est en communication, par le tube 5, avec un levier enregistreur.* (Moreaux, del.)

Considéré comme un tissu vivant, le sang meurt en se coagulant, car il perd ses propriétés et ses éléments se détruisent. Dans les vaisseaux, il est en effet formé de globules nageant dans le plasma ; extravasé et mort, il ne présente plus que le sérum et un caillot composé de fibrine et de globules. Ainsi la coagulation ou mort du sang dépend du dédoublement du fibrinogène et de l'apparition consécutive de la fibrine, qui a la propriété de coaguler en emprisonnant dans les fines mailles de son réticule tous les éléments figurés (fig. 39). Le nœud de ces mailles, le point duquel paraissent partir les éléments fibrineux est constitué par des hématoblastes ; plus ils sont nombreux, plus la rétractilité du caillot s'accuse.

Chez l'homme normal, le temps de coagulation est de cinq à dix minutes, mais divers facteurs peuvent le prolonger, et notamment le froid et l'adjonction de substances telles que : les fluorures alcalins, les extraits de sangsue, le sérum d'anguille, certains venins et surtout les peptones. C'est ainsi qu'une injection intraveineuse d'une petite quantité de ces dernières rend le sang incoagulable.

Par quel mécanisme se fait le dédoublement du fibrinogène, qui, mettant en liberté la fibrine, cause la coagulation? Ce mécanisme est très compliqué. D'abord les leucocytes et les hématies possèdent bien un ferment, dit fibrin-ferment, thrombine ou *plasmase*, qui dédouble le fibrinogène en fibrine ; mais ce ferment est inactif, et, pour le rendre actif, il faut l'intervention des sels de calcium ; celle-ci ne suffit pas encore, car, pour que le calcium agisse, deux autres agents doivent entrer en scène : le thrombogène, qui provient du foie, et la thombokinase issue des leucocytes et des hématoblastes. La combinaison de ces deux substances avec le calcium donnerait la plasmase, qui, en présence du fibrinogène, produirait la fibrine et entraînerait la coagulation.

Cependant, à l'état normal, le sang ne coagule jamais dans les vaisseaux. La raison en est que, si le plasma contient tous les facteurs de la coagulation, ceux-ci ne se trouvent pas en condition d'agir. Ces facteurs, fibrinogène et thrombogène d'origine hépatique, thrombokinase d'origine leucocytaire, sont en équilibre colloïdal dans le sang des vaisseaux à parois intactes ; mais que ces parois soient altérées ou que des corps étrangers pénètrent dans le sang, l'équilibre est rompu, les trois facteurs entrent en réaction, se combinent en présence des sels de calcium et donnent un produit insoluble, la fibrine, qui prend en masse les éléments figurés.

Au point de vue biologique, la coagulation sanguine représente un moyen précieux de défense, car elle arrête spontanément les hémorragies et empêche ainsi l'écoulement continu du sang par une blessure insignifiante qui deviendrait fatalement mortelle.

PHÉNOMÈNES DE LA CIRCULATION. Pour remplir sa double tâche de liquide nourricier et dépurateur, le sang parcourt l'organisme entier, jusqu'à ses moindres parties, dans un appareil clos qui est l'*appareil circulatoire*. Celui-ci se compose d'un organe moteur central, le cœur, de vaisseaux qui en partent, les artères, et de vaisseaux qui y aboutissent, les veines ; entre artères et veines, la communication est établie par les capillaires, à diamètre parfois inférieur à celui d'un globule rouge, et composés d'une seule couche de cellules endothéliales, au niveau desquelles s'opèrent les échanges. On peut schématiser comme suit la circulation sanguine (fig. 41) : le sang des veines provenant des divers organes débouche dans l'oreillette droite, passe dans le ventricule droit, et en sort par les artères pulmonaires, qui le conduisent aux poumons, lesquels le transforment en sang artériel ; il est ensuite ramené, par les veines pulmonaires, à l'oreillette gauche, puis au ventricule gauche, dont il sort par l'aorte, qui distribue le sang artériel à tous les organes. A cette circulation générale s'ajoutent deux annexes : le *système porte* qui conduit le sang veineux de l'intestin, par la veine porte, au foie, où il s'épanche dans de nouveaux capillaires, et aboutit, par les veines sus-hépatiques, à la veine cave; et le système lymphatique que nous étudierons tout à l'heure. La durée de la révolution sanguine, c'est-à-dire le temps que met une même tranche de sang à revenir à la même place, est, chez l'homme, de trente à quarante secondes.

MOUVEMENTS DU CŒUR. — Le sang ne circule pas par sa propre force ; il est poussé dans les artères par les contractions rythmiques du cœur, muscle creux, présentant quatre cavités, deux oreillettes en haut, deux ventricules en bas, qui constituent deux organes accolés, le cœur veineux à droite, le cœur artériel à gauche, lesquels ne communiquent pas entre eux.

Les battements du cœur sont déterminés par la contraction successive des oreillettes et des ventricules ou *systole* (fig. 43), suivie de leur relâchement ou *diastole*. On a reconnu que la contraction des oreillettes, qui

chasse le sang dans le ventricule correspondant, se fait simultanément, ainsi que celle des ventricules qui pousse le sang dans les artères, celui-ci ne pouvant refluer dans les oreillettes par suite de la fermeture des valvules auriculo-ventriculaires ; la diastole ou repos du cœur suit immédiatement. La révolution cardiaque peut donc être divisée en trois temps : la systole auriculaire, d'une durée de deux dixièmes de seconde ; la systole ventriculaire, d'une durée de trois dixièmes de seconde ; et enfin, la diastole, d'une durée de quatre dixièmes de seconde, soit au total neuf dixièmes de seconde. On comprend ainsi que le nombre des pulsations cardiaques, chez l'homme adulte normal, soit en moyenne de 70 par minute ; mais ce nombre est variable : chez le nouveau-né, il peut dépasser 130 ; le travail musculaire, certaines émotions, la fièvre l'augmentent, et parfois d'une façon considérable, puisqu'on a pu compter, chez les fébricitants, plus de 180 pulsations par minute. Chaque systole ventriculaire chasse dans l'aorte environ 180 grammes de sang ; il en résulte, l'organisme adulte renfermant 5 litres de sang, que tout le sang a passé par le cœur au bout de 28 systoles ; autrement dit, en une heure, le sang fait plus de 120 fois le tour du corps.

Les contractions du cœur déterminent des bruits que l'on perçoit en appliquant son oreille sur la région cardiaque ; si la systole auriculaire est à peu près silencieuse, il n'en est pas de même de la systole ventriculaire, en raison de la fermeture brusque des valvules. On distingue deux bruits principaux : le premier est sourd et prolongé et s'entend de préférence à la pointe du cœur ; le second, plus court et plus clair, est perçu à la base. Si les valvules fonctionnent mal, se ferment incomplètement, ces bruits sont modifiés et donnent lieu à des *souffles* variables d'intensité suivant le siège et l'importance de la lésion. Quant au choc que l'on ressent en appuyant la main sur la région cardiaque, il résulte de la contraction des ventricules, qui, durcissant et levant la pointe du cœur, vient porter brusquement celle-ci contre la paroi thoracique.

Le sang circule toujours dans le même sens. Cette invariabilité de direction est la conséquence des différences de pression existant dans les vaisseaux, pression qui est à son tour déterminée par l'action du cœur. Mais d'autres facteurs agissent encore pour maintenir la progression dans le même sens, notamment l'aspiration thoracique, la *vis a tergo* ou poussée exercée vers l'avant par le sang qui vient derrière, l'élasticité des tuniques artérielles, etc.

Quelle est la cause des battements et de leur rythme? Le cœur est un muscle et le muscle se contracte sous une excitation nerveuse. Le cœur en effet se montre richement innervé, car, non seulement il est relié au bulbe et à la moelle par le pneumogastrique et les filets sympathiques (innervation extrinsèque), mais encore il contient des ganglions nerveux intracardiaques (innervation intrinsèque). C'est donc un organe automoteur fonctionnant surtout sous l'influence des ganglions intracardiaques, car on peut couper le cœur de ses connexions extrinsèques sans qu'il cesse de battre. Pour expliquer la régularité du rythme, on doit faire intervenir la fatigue du myocarde, qui, aussitôt après la systole, reste un temps très court insensible à son excitant. Si les nerfs extrinsèques ne créent pas l'alternance des systoles et des diastoles, ils modifient la tonicité du myocarde, augmentant ou diminuant le nombre des contractions dans un temps donné. On distingue ainsi des nerfs accélérateurs et des nerfs modérateurs du cœur. Les premiers dépendent du sympathique ; leur excitation a pour effet d'abréger la durée des systoles et surtout des diastoles : d'où l'accélération du rythme ; les seconds, dits aussi inhibiteurs ou d'arrêt, dérivent des pneumogastriques ; ils ralentissent surtout la diastole, dont la durée s'allonge de plus en plus jusqu'à l'arrêt. Cette action des pneumogastriques fait équilibre à celle du sympathique, mais elle n'est pas directe, ces nerfs agissant par eux-mêmes, non sur le muscle cardiaque, mais sur les ganglions intracardiaques automoteurs qu'ils inhibent.

Les centres nerveux des nerfs extrinsèques sont situés : pour les nerfs accélérateurs, dans la région médullaire cervicale supérieure ; pour les nerfs modérateurs, dans le bulbe, aux noyaux d'origine des nerfs pneumogastriques ; par là, ces nerfs se trouvent en synergie avec beaucoup d'autres centres et notamment les centres cérébraux. C'est ce qui explique que les impressions sensibles retentissent sur le cœur : une impression faible amène l'accélération, une impression forte le ralentissement ou même l'arrêt. D'autres synergies, par réflexes, ont été constatées : l'excitation de la muqueuse laryngée, trachéale et pulmonaire par des vapeurs irritantes peut amener le ralentissement marqué du cœur, et telle est la cause de l'arrêt diastolique observé au début de la chloroformisation chez les vagotoniques ; un coup

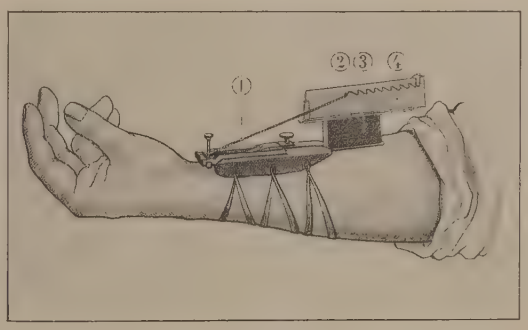


Fig. 46. — SPHYGMOGRAPHE DE MAREY EN POSITION *La pièce principale de l'appareil est un ressort très flexible, fixé à une de ses extrémités et portant à l'autre une plaque d'ivoire, que l'on fait reposer sur l'artère radiale, en comprimant celle-ci au moyen de liens ; chaque pulsation de l'artère communique à cette plaque des mouvements qu'amplifie un levier très léger, 1, présentant à son extrémité un stylet enregistreur, 2. — 3. Chariot à mouvement d'horlogerie portant une feuille de papier noirci, 4, sur laquelle viennent s'enregistrer les battements du pouls.* (Moreaux, del.)

violent à l'épigastre peut amener une syncope, parfois mortelle, par compression du splanchnique ; enfin la compression des globes oculaires amène le ralentissement du cœur (réflexe oculo-cardiaque) par excitation du nerf trijumeau se transmettant aux origines du nerf pneumogastrique.

Physiologie des vaisseaux. — Les artères, sauf les pulmonaires, véhiculent le sang hématosé ; les veines, sauf les pulmonaires, le sang noir chargé de déchets. Les artères présentent deux propriétés, l'élasticité et la contractilité ; la première appartient surtout aux grosses artères ; elle a pour effet de transformer le jet intermittent du sang lancé par les ventricules en courant continu. C'est ainsi que l'aorte, au moment de la systole ventriculaire gauche, se dilate d'abord par l'effet des 180 grammes de sang que déverse l'ondée sanguine ; puis, étant élastique, elle revient sur elle-même et pousse pendant la diastole le sang en avant, puisque l'occlusion des valvules sigmoïdes l'empêche de retourner en arrière. L'élasticité assure donc la régularité du débit du sang ; elle augmente aussi ce débit, car, sous pression égale, un tube élastique laisse couler plus de liquide qu'un tube rigide ; par suite, elle soulage le travail du cœur, qui a un effort moins grand à exercer que s'il devait pousser le sang dans un vaisseau rigide. Aussi, quand les artères se sclérosent et perdent une partie de leur élasticité, y a-t-il augmentation du travail du cœur, qui, obligé d'accroître son effort, s'hypertrophie. Cependant, malgré l'élasticité artérielle, la poussée résultant de la contraction ventriculaire se fait sentir assez loin. Quand on comprime avec le doigt l'artère temporale ou l'artère radiale par exemple, on sent de légers chocs, dont chacun répond à un battement cardiaque : c'est le *pouls*. On peut ainsi, soit par la simple exploration digitale, comme on le fait souvent, soit en employant un appareil enregistreur, le *sphygmographe* (fig. 46), déterminer la fréquence et l'ampleur du pouls.

Toutes les artères sont contractiles, mais principalement les petites artères ; cette contractilité, qui règle le débit du sang suivant les besoins des organes, est

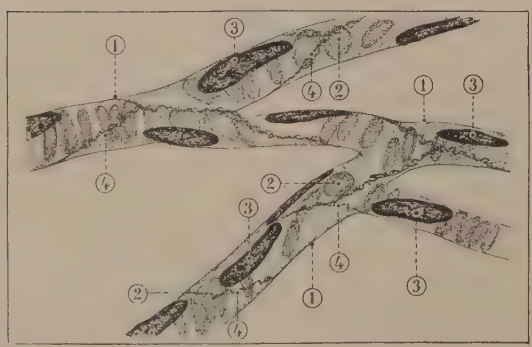


Fig. 47. — CAPILLAIRE DE COBAYE ø 1. *Capillaire renfermant des globules rouges*, 2. — 3. *Noyau des cellules endothéliales qui forment les capillaires.* — 4. *Limites de ces cellules.* (Moreaux, del.)

mise en jeu par les filets vaso-moteurs du sympathique, dont les uns, *vaso-constricteurs*, contractent les parois artérielles et diminuent par conséquent leur lumière ; et dont les autres, *vaso-dilatateurs*, les dilatent au contraire et augmentent leur calibre. Quand les premiers interviennent, il y a, dans l'organe considéré, diminution de l'irrigation sanguine, anémie locale ou *ischémie*, donc pâleur de l'organe et abaissement de sa température ; quand ce sont les seconds, il y a inversement congestion locale, rougeur de l'organe et élévation de sa température.

Dans les artères, le sang circule sous pression, comme le montre le jet de sang intermittent que l'on observe après section de l'une d'elles ; cette pression représente la réaction de l'artère à la poussée exercée sur ses parois par le sang qu'elle contient ; elle dépend de la puissance de contraction du cœur, de la résistance artérielle et de la masse du sang ; on y distingue deux éléments : l'un constant, pression artérielle *minima*, qui exprime la tension sanguine pendant la diastole ventriculaire ; l'autre variable, pression *maxima*, correspondant à la systole ventriculaire ; celle-ci diminue à mesure que l'on s'éloigne du moteur central. On mesure, généralement au niveau de l'artère radiale, la tension artérielle à l'aide de divers appareils, sphygmomanomètre et oscillomètre. La moyenne chez l'homme adulte est de 14 centimètres de mercure pour la tension maxima, 7 pour la tension minima. Il est à noter que le pouls et la tension varient dans le même sens en cas de modifications du débit systolique et en sens contraire, en cas de modifications d'origine vaso-motrice.

En se ramifiant successivement, les artères perdent leur tunique élastique et musculaire et se réduisent finalement à l'endothélium, formé d'une seule couche de cellules aplaties, à travers lesquelles passent, d'une part l'oxygène et les aliments élaborés du sang, et, de l'autre, l'acide carbonique et les déchets de fonctionnement des tissus. Mais ces échanges n'ont pas lieu directement entre le sang et les éléments tissulaires ; ils se font par l'intermédiaire de la lymphe intercellulaire. Dans les capillaires (fig. 47 et 48), le sang est, pour ainsi dire, étale : sa circulation est ralentie, ce qui favorise les échanges; et uniforme : la pression est plus basse que dans les artères, car le volume du système capillaire est plus considérable que celui du système artériel.

Comme les artères, les veines renferment des fibres musculaires, mais les fibres élastiques leur font presque défaut. Aussi se laissent-elles plus facilement dilater sans pouvoir revenir à leur calibre primitif, surtout dans les régions où elles ont à lutter contre la pesanteur et la pression de la colonne sanguine, comme dans les membres inférieurs et les organes du bassin ; ces dilatations veineuses ont reçu le nom de *varices*. La circulation dans les veines est centripète et ramène le sang au cœur ; elle s'opère sous plus faible pression que dans les artères et les capillaires, grâce à la *vis a tergo*, à l'aspiration thoracique et aux valvules des parois qui s'opposent

au reflux du sang vers les capillaires. C'est pourquoi la compression fait gonfler la veine en amont. Les exercices physiques, la marche, la course, le saut favorisent la circulation veineuse par les mouvements alternatifs auxquels ils donnent lieu.

CIRCULATION LYMPHATIQUE

On appelle ainsi, un peu improprement, le déplacement d'un liquide complexe, la lymphe, qui, issue des espaces lacunaires du tissu conjonctif, baigne directement toutes les cellules de l'organisme et représente ainsi le véritable milieu intérieur.

LYMPHE. Elle se compose, comme le sang, d'une partie solide, les cellules lymphatiques ou lymphocytes, et d'une partie liquide, le plasma ; les lymphocytes sont identiques à ceux du sang, mais un peu plus abondants ; ils remplissent d'ailleurs les mêmes fonctions. Quant au plasma, il contient plus d'eau (85 p. 100) que le plasma du sang, plus d'urée, mais moins de matières albuminoïdes, de fibrinogène et de sucre ; coagulable plus lentement que le sang, il a une réaction alcaline et une saveur salée, due à la présence du chlorure de sodium (0,7 p. 100). La lymphe des lymphatiques intestinaux diffère, surtout après le repas, de la précédente en ce qu'elle est particulièrement riche en graisses émulsionnées, ce qui lui donne un aspect lactescent.

La lymphe a, en réalité, deux origines : elle provient, d'une part, de la transsudation du plasma sanguin à travers les parois capillaires, c'est *l'hémolymphe* ; et de l'autre, de la lymphe modifiée au contact des tissus et qui, recueillie par les vaisseaux lymphatiques, traverse les ganglions (fig. 48) et se jette dans la circulation veineuse par le canal thoracique, et la grande veine lymphatique droite : c'est l'*histolymphe*. Mais, quelle que soit sa provenance, le mécanisme de sa formation paraît le même. Si la filtration et la pression sanguine y interviennent, c'est aux cellules endothéliales des capillaires qu'appartient probablement le rôle principal ; elles se comportent comme des cellules glandulaires et la lymphe serait le produit de leur sécrétion. Quoi qu'il en soit, la lymphe élaborée est en quantité supérieure à celle du sang ; on estime que, chez l'homme, il s'en produit 1 200 à 1 400 grammes dans les douze heures qui suivent le repas. Ajoutons que les éléments figurés de la lymphe, les lymphocytes, ont leur origine dans les ganglions lymphatiques.

CIRCULATION DE LA LYMPHE Il ne s'agit pas d'une véritable circulation, la lymphe ne revenant pas à son point de départ, mais d'un simple déplacement dans un système spécial de vaisseaux. L'histolymphe et l'hémolymphe se réunissent dans les vaisseaux lymphatiques ; les uns, chylifères venus de l'intestin et vaisseaux lymphatiques de la partie gauche du corps, se déversent dans le canal thoracique ; les autres, pro-

Fig. 48. — CIRCULATION DANS LES CAPILLAIRES
1. *Vaisseaux dans lesquels la circulation est artérielle.* — 2. *Vaisseaux dans lesquels la circulation est veineuse.* — 3. *Poids placé sur un vaisseau pour montrer le sens de la circulation.* (Moreaux, del., d'après Poissuille.)

venant de la partie droite du corps, aboutissent à la veine sous-clavière droite. La progression de la lymphe se fait à peu près sous les mêmes influences que la circulation veineuse : *vis a tergo* d'abord, puis aspiration thoracique, poussée abdominale, contractions musculaires, et enfin présence de valvules en nid de pigeon qui empêchent le reflux du liquide. Celui-ci a une pression faible, ne dépassant guère quelques millimètres, et se déplace plus lentement que le sang dans les veines de même grosseur.

ASSIMILATION ET DÉSASSIMILATION

Les substances nutritives contenues dans la lymphe passent à travers l'enveloppe cellulaire et pénètrent dans le protoplasma, mais elles n'y passent pas d'une manière quelconque, chaque cellule ayant constitué sa membrane d'enveloppe suivant sa propre nature. Parvenues au contact du protoplasma, les substances nutritives réagissent avec lui et cette réaction donne lieu à la production, d'une part, d'une certaine quantité de matière vivante semblable à celle du protoplasma considéré, c'est l'*assimilation* ; de l'autre, de déchets formés par les molécules inutilisées des substances nutritives, déchets d'assimilation ou de fonctionnement, qui, étant inutiles ou même nuisibles, doivent être éliminés hors de la cellule par une série d'opérations qui constituent la *désassimilation*.

ASSIMILATION

Seules sont réellement assimilables les matières plastiques, parce qu'elles entrent dans la constitution

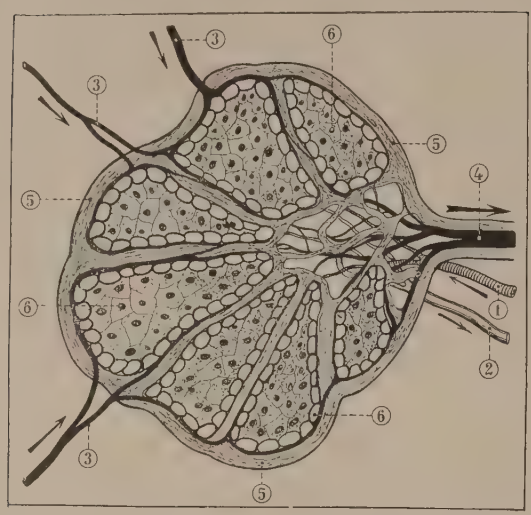


Fig. 49. — COUPE D'UN GANGLION LYMPHATIQUE — 1. *Artère.* — 2. *Veine.* — 3. *Lymphatiques afférents.* — 4. *Lymphatiques efférents.* — 5. *Capsule ganglionnaire.* — 6. *Cellules lymphatiques.* (Moreaux, del.)

même de la matière vivante ; les hydrates de carbone et les graisses ne participent pas directement, sauf par quelques-uns de leurs dérivés, à cette constitution, mais, par l'énergie qu'ils dégagent en brûlant, ils sont indispensables à l'assimilation fonctionnelle de la cellule.

ASSIMILATION DES SUBSTANCES PLASTIQUES ⌀ ⌀ L'eau et le chlorure de sodium sont assimilés en nature, mais ce dernier subit un dédoublement, grâce auquel son chlore libre est utilisé pour la formation de l'acide chlorhydrique de l'estomac ; d'autres substances minérales sont fixées par certains tissus, comme le fer par les organes hématopoiétiques, l'iode par la thyroïde, etc.

Les acides aminés, dérivant du dédoublement trypsique des protéines, ne sont reconstitués que pour une faible part en protéines spécifiques par les cellules de la muqueuse intestinale ; cette reconstitution se fait surtout au niveau des tissus et d'autant plus facilement que les acides aminés des protéines digérées se rapprochent davantage de ceux du protoplasma assimilant. D'où cette conclusion que les protéines (viandes par exemple) les plus assimilables, les plus nutritives, sont celles qui appartiennent à une espèce semblable à celle qui s'en nourrit. On pourrait même trouver là une sorte de justification de l'anthropophagie. Les vitamines et peut-être quelques lipoïdes sont directement assimilables, ils ne semblent subir aucun dédoublement par les sucs digestifs, ni ne pouvoir être constitués par synthèse dans l'organisme humain, qui est ainsi obligé de les emprunter à ses aliments.

ASSIMILATION DES SUBSTANCES DYNAMOPHORES ⌀ ⌀ On a vu que les hydrates de carbone, quels qu'ils soient, ne sont absorbés qu'à l'état de glucose, lequel est directement assimilable. Mais les cellules l'utilisent de différentes façons : 1° toutes le brûlent par fixation d'oxygène et l'énergie ainsi dégagée est employée aux besoins de l'assimilation fonctionnelle ; 2° les cellules hépatiques et musculaires le polymérisent en glycogène ; 3° certaines cellules glandulaires le fixent sur les protéines pour former notamment la mucine ; 4° d'autres enfin (cellules adipeuses) s'en servent pour la synthèse des corps gras.

L'assimilation des graisses se fait comme celle des protéines ; elles sont dédoublées d'abord en glycérine et acides gras, puis reconstituées par l'épithélium digestif et surtout par le foie en graisses spécifiques, qui sont ultérieurement ramenées en partie à l'état de glucose et brûlées.

FORMATION DES RÉSERVES NUTRITIVES

Même avec la ration d'entretien, tout ce qui est absorbé n'est pas immédiatement utilisé ; une certaine part en est mise en réserve, attendu que l'alimentation est intermittente mais le fonctionnement continu. La constitution des réserves nutritives, capables de se mobiliser suivant les besoins, est la condition de cette continuité fonctionnelle.

RÉSERVES PLASTIQUES ⌀ ⌀ Elles sont en général peu importantes : réserves de sodium dans le plasma sanguin ; de phosphore dans les lécithines, de fer dans le foie et la rate du nouveau-né, de protéines dans le foie et dans le plasma sanguin et lymphatique. Il semble que l'organisme adulte ne puisse pas tolérer une accumulation notable de matières plastiques pour cette raison que, la croissance terminée, la prolifération cellulaire est très réduite (hématies, leucocytes, épithéliums, tissus conjonctifs) et que par conséquent les besoins plastiques sont très limités.

RÉSERVES DYNAMOPHORES ⌀ ⌀ Les hydrates de carbone sont mis en réserve sous forme de glycogène, par polymérisation du glucose avec perte d'eau. Cette transformation se fait dans les muscles, mais principalement dans le foie (fonction glycogénique), dans les cellules duquel le glycogène, insoluble dans le protoplasma, apparaît sous forme de petites granulations. Mais le glycogène n'est pas utilisable tel quel ; il faut qu'il soit mobilisé, c'est-à-dire retransformé en glucose par hydrolyse. Celle-ci s'opère sur une grande échelle dans le foie, qui renferme 10 p. 100 de son poids de glycogène. La glande hépatique fournit ainsi aux organes, suivant leurs besoins, le glucose nécessaire à leur fonctionnement.

Les réserves de graisses, parfois très abondantes (obésité), s'accumulent de préférence dans le tissu conjonctif interstitiel et sous-cutané, sous forme de fines

gouttelettes qui envahissent peu à peu les cellules (fig. 51); il en est de même dans le foie, dont les éléments peuvent se charger anormalement de graisse (foie gras). Ces réserves ne proviennent qu'en partie de l'apport alimentaire en corps gras ; elles dérivent surtout de la transformation du glucose, ainsi que le prouve le fait qu'un porc, nourri abondamment et exclusivement de riz, lequel ne contient que des traces de corps gras, engraisse énormément. Les graisses se mobilisent, comme le glycogène, par dédoublement et formation de glucose, mais les réserves d'accumulation (tissu adipeux sous-cutané) se mobilisent plus facilement que les réserves de fixation interstitielles (muscles et glandes).

DÉSASSIMILATION

Qu'ils soient circulants et de provenance alimentaire ou fixés en réserve et mobilisés, les principes nutritifs, après avoir réagi avec la matière vivante, donnent des déchets. Ces déchets sont insolubles ou solubles. Insolubles, ils se déposent à l'endroit où ils ont pris naissance, sous forme de coagulats plus ou moins incrustés de matières minérales : dépôts ostéogènes de phosphates et de carbonates de calcium, dépôts tophacés ou crétacés des lésions, dépôts uratiques, etc. ; solubles, ils diffusent et passent de la lymphe intercellulaire dans le sang qui les conduit finalement aux organes d'élimination.

L'eau est désassimilée en nature sous forme de vapeur (respiration, perspiration cutanée) et de liquide (urine, sueur, larmes, évacuation intestinale) ; elle ne provient pas uniquement des boissons, mais aussi, et pour une part importante, de l'oxydation des hydrates de carbone, des graisses et des protéines.

Les hydrates de carbone et les graisses sont désassimilés sous forme d'eau et d'acide carbonique ; toutefois cette transformation ne se fait pas d'un seul coup ; elle suit une série d'étapes, dont les principales sont : pour les hydrates de carbone, l'acide lactique, l'aldéhyde acétique et l'acide acétique ; pour les corps gras, l'acide acétylacétique et l'acide acétique qui, dans ce cas comme dans le précédent, donne enfin de l'eau et de l'acide carbonique par fixation d'oxygène. Notons cependant qu'une partie de la graisse peut s'éliminer en nature avec le lait de la femme qui nourrit ou par la sueur et les matières sébacées.

Bien plus compliquée est la désassimilation des protéines. Tandis que l'excès inutilisé de la ration alimentaire en hydrates de carbone et en graisses se fixe en réserves nutritives, l'excès de matières plastiques est détruit. D'où cette loi que la grandeur de la désassimilation azotée est proportionnelle à la valeur de l'apport en azote alimentaire. Par suite, dans la désassimilation azotée, deux parts doivent être faites : l'une, à peu près constante pour un individu normal donné, se réfère à la destruction des tissus ; la seconde, variable, répond à la quantité d'azote de la ration non employée par l'assimilation fonctionnelle. Ces deux catégories de substances plastiques azotées ne donnent pas tout à fait les mêmes produits de destruction. D'une manière générale, l'albumine se dédouble en acides aminés, lesquels, par oxydation, perdent de l'ammoniaque ; celle-ci, en se combinant avec l'acide carbonique, donne de l'urée. Quant aux nucléo-protéines, elles aboutissent par hydrolyse à l'acide phosphorique et aux bases xanthiques qui, à leur tour, aboutissent par oxydation à l'acide urique. En outre, chaque acide aminé fournit par dédoublement, suivant sa nature, des produits différents, acide diacétique, sulfates et éthers-sulfates, dérivés phénoliques, indol, scatol, etc., que l'on retrouve dans l'urine, où on peut distinguer les produits de désassimilation des protéines tissulaires de ceux des protéines alimentaires. Les premiers, dits endogènes, consistent surtout en créatinine, soufre neutre, un peu d'urée ; les seconds, dits exogènes, en urée et sulfates inorganiques.

ÉLIMINATION DES DÉCHETS

Ce qui fait l'extrême importance de l'élimination des déchets, c'est que l'organisme est un sac clos et que, par conséquent, les cellules y vivent en milieu limité. Or les déchets solubles sont des substances inutiles et nuisibles, dont l'accumulation est dangereuse. Il faut donc que le milieu soit débarrassé de ces déchets qui l'encombrent.

En exposant les phénomènes physico-chimiques de la respiration, nous avons indiqué comment s'élimine l'acide carbonique ; il n'y a donc pas à y revenir. Quant à l'élimination de l'eau et des déchets solubles, elle se fait par des organes glandulaires, reins, glandes sébacées et sudoripares, glandes lacrymales, etc., dont le produit, tombant au dehors, est qualifié d'*excrétion* et s'élabore par le même mécanisme intime que la sécrétion, étudiée précédemment.

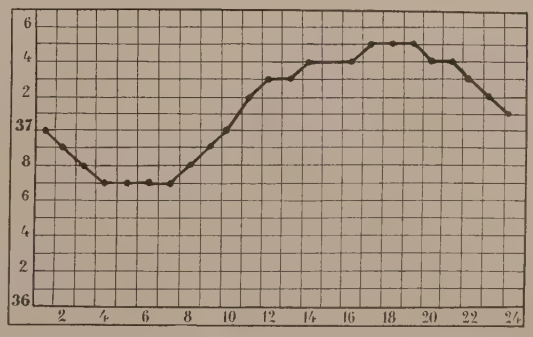


Fig. 50. — COURBE DE LA TEMPÉRATURE QUOTIDIENNE CHEZ L'HOMME. La ligne des abscisses indique les heures à partir de 1 heure; la ligne des ordonnées, les températures. — La température minima, 36°, 7, va de 4 à 6 heures. — La température maxima, 37°, 5, va de 17 à 19 heures. — L'écart égale 8 dixièmes de degré. (Moreaux, del., d'après Jurgensen.)

ÉLIMINATION RÉNALE (fig. 52) ⌀ ⌀ Le résultat de l'élimination rénale est l'urine, qui est sécrétée par les tubes urinifères des reins et dont les éléments sont empruntés au sang. Celui-ci est amené par l'artère rénale et remporté par la veine du même nom. Mais il y a, interposés entre l'artère et la veine, deux réseaux de capillaires qui forment un système *porte* analogue à celui du foie.

Bien que l'acide hippurique prenne naissance dans le rein, on peut cependant dire que l'excrétion de l'urine se ramène à une filtration, mais à une filtration élective. Au niveau des glomérules se fait en partie l'excrétion de l'eau, des matières minérales et même de l'urée, mais c'est surtout à l'activité propre des cellules granuleuses du tube contourné et de l'anse de Henle qu'est due l'élimination des composants de l'urine, attendu que ceux-ci ne sont pas en même quantité dans l'urine que dans le plasma sanguin ; ainsi l'urine renferme environ 20 p. 1 000 d'urée, alors que le sang n'en contient pas plus de 0,5 p. 1 000. Inversement, l'urine ne contient pas normalement de sucre tandis que le sang ne renferme au moins 1 p. 1 000, et la concentration moléculaire de l'urine est cependant plus élevée que celle du sérum. Enfin dans le rein se forment non seulement l'acide hippurique, mais aussi l'urobiline et la créatinine. Quant au débit urinaire ou *diurèse*, il s'élève quand augmente la différence entre les pressions artérielles maxima et minima et surtout la vitesse de circulation du sang, ou sous l'influence de certaines substances appelées *diurétiques* : solutions salées et sérums hypertoniques, urée, caféine, etc. Il importe d'ajouter que la perméabilité des cellules rénales change suivant diverses circonstances ; c est ainsi que le sucre apparaît dans l'urine dès qu'il atteint 3 p. 1 000 dans le sang (glycosurie) ; certaines lésions peuvent au contraire entraîner la rétention, dans le sang, soit du chlorure de sodium (chlorurémie), soit de l'urée et des dérivés azotés (azotémie).

L'influence du système nerveux sur la sécrétion rénale est très grande, puisque les émotions l'augmentent ou l'arrêtent ; cet effet est sous la dépendance d'excitations du bulbe ou des centres vaso-moteurs médullaires.

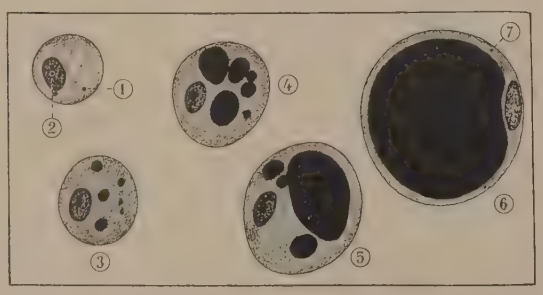


Fig. 51. — DÉVELOPPEMENT DE LA GRAISSE DANS LES CELLULES ⌀ 1. *Cellule normale.* — 2. *Noyau.* — 3. *Cellule où commencent à apparaître des vacuoles à graisse.* — 4. 5. 6. *Les vacuoles se développent et finissent par envahir toute la cellule en repoussant le protoplasma, 7, contre les parois.* (Moreaux, del.)

L'urine, incessamment poussée en avant par celle qui se produit en arrière, s'écoule dans le calice, puis dans le bassinet, d'où elle s'échappe par les uretères. Dans ceux-ci, elle continue de progresser par la même *vis a tergo*, mais aussi sous l'influence des contractions des fibres musculaires lisses qu'ils contiennent, et c'est ainsi que l'urine arrive enfin dans la vessie.

La vessie est un réservoir musculeux, élastique et absolument imperméable, ce qui fait que l'urine n'y peut subir aucune modification, du moins à l'état normal ; ce réservoir s'emplit peu à peu, mais conserve l'urine jusqu'à un certain moment et pour deux raisons : d'abord l'urine ne peut refluer dans les uretères parce que ces canaux s'ouvrent obliquement dans la vessie ; en second lieu, la vessie possède un sphincter qui, par sa tonicité propre, est occlusif, mais n'a pas cependant une très grande résistance. La femme ne possède guère que cet appareil de contention, et c'est pourquoi un effort un peu violent détermine souvent chez elle l'issue de quelques gouttes d'urine. Chez l'homme, le canal de l'urètre a tendance à se comprimer quand la vessie se remplit ; il se comprime également par l'action de la prostate, qu'il traverse à son orifice. L'issue de l'urine est donc normalement empêchée surtout par des obstacles mécaniques; cependant il existe aussi un obstacle musculaire, le sphincter de l'urètre, placé dans la portion membraneuse de ce canal, et qui se contracte soit par réflexe, soit volontairement pour s'opposer à l'expulsion de l'urine.

Celle-ci ou *miction* (fig. 53) se produit sous l'influence d'un besoin qui a son siège dans la vessie, par suite, moins de la distension des parois de cet organe, que de la pression qu'elles exercent. Aussi la quantité d'urine qui provoque le besoin d'uriner peut-elle être des plus variables. En effet, les contractions vésicales dépendent de la sensibilité plus ou moins grande de la vessie ; sensibilité et contractilité sont deux facteurs de la miction. Mais ils ne sont pas les seuls, car il faut que, en outre, la résistance du sphincter urétral soit simultanément vaincue. Or, toutes les fois que quelques gouttes d'urine, ayant franchi le sphincter vésical, pénètrent dans l'urètre, elles rencontrent immédiatement la muqueuse prostatique, très sensible, qui par réflexe contracte le sphincter urétral ; l'urine est ainsi arrêtée et même repoussée. Toutefois les contractions vésicales se renouvelant, la résistance du sphincter finit par céder si la volonté n'intervient pas. Le sphincter urétral relâché, la contractilité vésicale suffit à vider le réservoir, mais, pour expulser les dernières gouttes, l'effort des muscles abdominaux est indispensable.

La miction rejette définitivement l'urine au dehors. Ce liquide renferme, on l'a vu, la plus grande partie des produits de désassimilation, des protéines et des matières minérales tissulaires et alimentaires. Sa quantité varie donc notablement suivant l'eau bue et le travail accompli ; sa qualité suivant la nature des aliments et l'activité

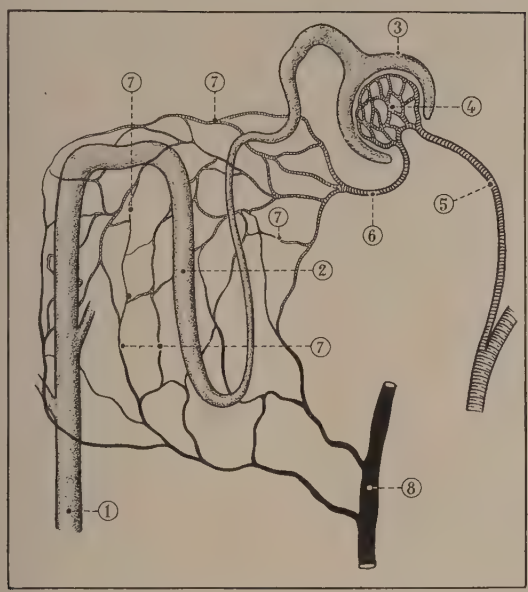


Fig. 52. — CIRCULATION DANS LE REIN ▰ 1. *Tube droit.* — 2. *Tube contourné.* — 3. *Glomérule.* — 4. *Peloton vasculaire du glomérule.* — 5. *Artériole.* — 6. *Vaisseau efférent du glomérule qui se distribue aux capillaires, 7, parmi les tubes droits et contournés.* — 8. *Veinule.* (Moreaux, del., d'après Mathias-Duval.)

propre des cellules rénales. On admet que l'adulte moyen élimine 20 grammes d'urine par kilogramme et par vingt-quatre heures, mais cette émission n'est pas régulière ; elle augmente après les repas, diminue pendant le sommeil ; plus concentrée le matin que dans la journée, elle se montre extrêmement diluée quand elle est provoquée par les émotions. Normalement claire et limpide, elle présente une couleur jaune ambré ou légèrement rougeâtre et une réaction acide au tournesol, mais électrolytiquement neutre. Le tableau suivant résume sa composition moyenne pour 1 000 :

Eau	950
Urée	25
Acide urique	0,70
Autres matières organiques	4,30
Chlorure de sodium	12
Autres matières minérales	8

Sur 100 d'azote de l'urine, l'urée, qui contient l'azote complètement oxydé, n'en renferme que 70 à 80 ; le rapport entre ces deux chiffres donne le *coefficient azoturique* ou d'utilisation azotée ; selon qu'il se rapproche ou s'éloigne de l'unité, il indique la manière plus ou moins parfaite dont les protéines sont détruites et brûlées dans l'organisme.

En somme, la fonction éliminatrice du rein a pour résultat, en débarrassant l'organisme des déchets nuisibles qu'il produit et des substances étrangères solubles qui peuvent y avoir été introduites (poisons, toxines), de maintenir à peu près rigoureusement constante la composition du milieu intérieur. Aussi le produit de l'excrétion rénale est-il toxique. Il suffit d'injecter à un animal 50 centimètres cubes d'urine par kilogramme de son poids pour le tuer. Comme ni le chlorure de sodium, ni l'urée, ni l'acide urique ne sont réellement toxiques, on a attribué les propriétés nocives de l'urine, d'une part aux composés potassiques, de l'autre aux principes alcaloïdiques et aux matières colorantes qu'elle renferme. C'est pourquoi l'ablation expérimentale des deux reins (un rein suffit à assurer la dépuration) ou leur fermeture à la suite de lésions profondes, détermine rapidement la mort. Et cela montre bien toute l'importance du rôle que joue le rein dans le maintien de l'équilibre vital.

ÉLIMINATION CUTANÉE. ▰ ▰ Elle est double et se fait par les glandes sudoripares d'une part et par les glandes sébacées de l'autre, mais ni les unes ni les autres n'ont une tâche exclusivement dépuratrice comme le rein; elles remplissent aussi des fonctions à caractère protecteur.

Les glandes sudoripares (fig. 54), au nombre de deux à trois millions, sont inégalement répandues à la surface du corps; on les rencontre surtout aux plis de la peau, au visage, auxaisselles, à la face interne de la main et à la plante des pieds ; elles sécrètent un liquide clair, de saveur salée, renferment par litre 980 à 990 d'eau et 10 à 20 grammes de matières solides, représentées par le chlorure de sodium (5 p. 1 000), des traces de sulfates et de phosphates, de l'urée, un peu d'albumine, de graisses neutres et d'acides gras, ces derniers lui conférant son odeur plus ou moins accusée ; sa réaction, alcaline aux aisselles,

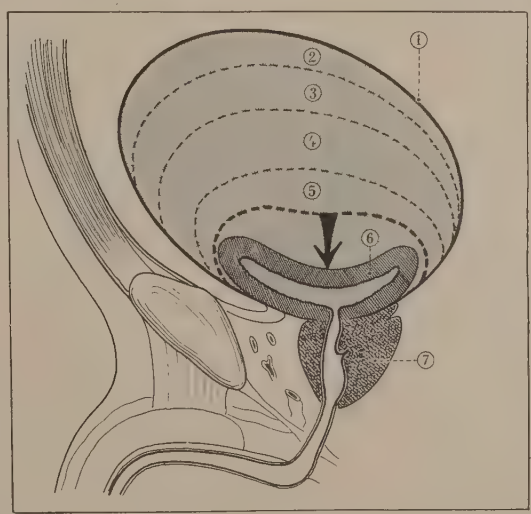


Fig. 53. — SCHÉMA DE LA MICTION ▰ 1. *Contour de la vessie distendue par l'urine.* — 2. 3. 4. 5. *Positions successives de la vessie qui se vide par l'effort de sa propre contraction.* — 6. *Position de la vessie quand intervient l'action des muscles abdominaux, s'exerçant suivant la direction de la flèche, et qui achèvent de la vider.* — 7. *Prostate.* (Moreaux, del., d'après Kuss.)

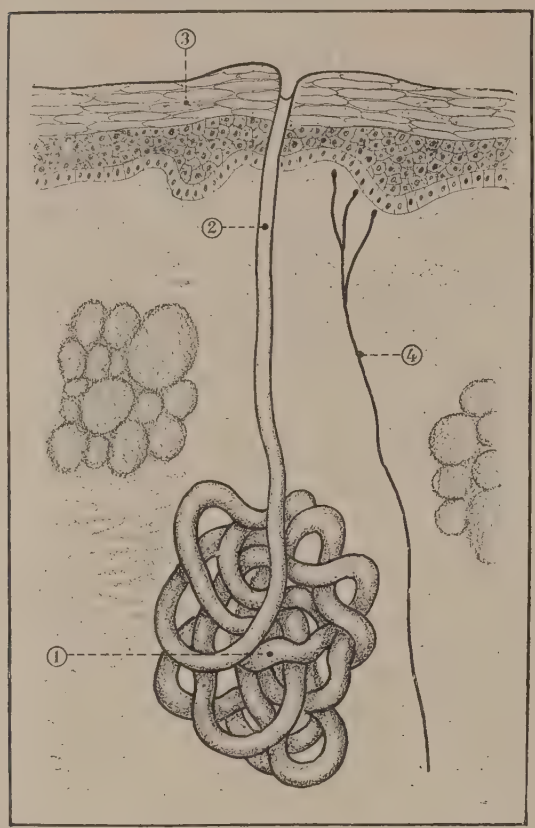


Fig. 54. — GLANDES SUDORIPARES ø 1. *Glande sudoripare en peloton.* — 2. *Canal excréteur.* — 3. *Epiderme.* — 4. *Filet nerveux de la peau.* (Moreaux, del.)

acide aux mains et aux pieds, est généralement neutre ailleurs ; sa quantité oscille entre 600 et 1 000 grammes par jour, mais elle varie suivant la température et le travail. On estime que, au point de vue élimination des déchets, son excrétion totale équivaut à l'excrétion d'un demi-rein, soit au quart de l'élimination rénale ; elle joue d'ailleurs, à l'égard de cette dernière, un rôle de suppléance, car, lorsque pour une cause quelconque les reins se ferment, la quantité d'urée qu'elle contient peut augmenter dans des proportions considérables (sueurs d'urée).

La sueur est excrétée de façon continue, mais invisible, par la *perspiration cutanée.* Dès que cette sécrétion augmente sous l'influence de la chaleur et du mouvement et n'est plus compensée par l'évaporation, la sueur apparaît en gouttelettes qui sourdent à la surface de la peau : c'est la *sudation.* Elle est la conséquence de la dilatation des vaisseaux périphériques qui, fournissant plus de sang à la glande sudoripare, lui permet de sécréter davantage. Cependant, à la suite d'émotions fortes, on peut voir des sueurs se produire malgré la pâleur, c'est-à-dire le resserrement des vaisseaux périphériques, on les appelle *sueurs froides.* La sudation est donc, dans une certaine mesure, indépendante de la circulation, attendu que c'est en définitive l'action du système nerveux qui la règle au moyen de filets sympathiques. Cette action peut être réflexe et dériver de l'excitation des nerfs sensibles (l'ingestion de quelques gouttes de vinaigre provoque, chez certaines personnes, des sueurs de la face), ou centrale et produite par une élévation de la température du sang, consécutive aux causes indiquées (chaleur ambiante, fièvre, exercices violents).

Si la sueur remplit une fonction dépurative incontestable qui vient en aide à celle du rein, sa fonction la plus importante est la réfrigération par l'évaporation à la surface de la peau. Cette évaporation absorbe en effet, par litre de sueur, 582 calories, qui sont soustraites au corps ; celui-ci se refroidit nécessairement pour les fournir, et c'est grâce à ce mécanisme que la sudation peut ramener à la normale ou l'y maintenir notre température quand elle tend à s'élever. Ajoutons de plus que la perspiration cutanée assure en partie la sensibilité et la souplesse de la peau.

Le rôle dépurateur des glandes sébacées est encore moindre que celui des glandes sudoripares. Sans doute, leur produit, *sébum* ou matière sébacée, renferme un tiers de matières grasses et peut, par suite, être considéré comme une voie d'élimination accessoire de certains déchets ; mais sa fonction principale est de lubrifier les téguments, d'assurer leur souplesse et celle des phanères (cheveux, poils). En effet, les glandes sébacées sont presque toujours annexées aux poils ; elles sont particulièrement nombreuses en divers points de la face, le front, le nez et aussi le conduit auditif, où se forme le *cérumen,* mélange de sébum et de sueur.

La sécrétion lactée peut être regardée comme une forme spéciale de la sécrétion sébacée, mais son rôle étant très différent et sa production subordonnée aux phénomènes générateurs, nous l'étudierons dans un autre chapitre.

LE BILAN NUTRITIF

Nous connaissons maintenant ce que l'homme ingère et assimile, ce qu'il désassimile et rejette au dehors. Le rapport de ces deux valeurs donne l'état de ses gains et de ses pertes, par conséquent son *bilan nutritif.* Ce bilan est variable. Quand les gains et les pertes s'équivalent, il y a équilibre nutritif et maintien du poids ; quand les gains l'emportent, le bilan est positif et le poids augmente ; quand ce sont les pertes, il est négatif et le poids diminue. Ce bilan sert donc de base à l'établissement des rations alimentaires, tant au point de vue plastique qu'au point de vue énergétique (dépenses de chaleur et de mouvements). Notons toutefois que l'équilibre nutritif n'est de règle que chez l'adulte bien portant. Pendant la période de croissance et pendant la convalescence des maladies qui ont fait maigrir le patient, le bilan doit être positif ; il doit être négatif dans certains états morbides comme l'obésité.

Pour fixer le bilan nutritif d'un individu donné dans

des circonstances données, il faut recourir à des méthodes permettant de calculer exactement les entrées et les sorties, les gains et les dépenses, en un mot d'établir leur balance. On distingue, à cet égard, trois méthodes : 1° la *méthode pondérale*. Elle consiste à analyser tout ce qui entre et tout ce qui sort, de manière à déterminer la quantité d'azote et de carbone ingérés et éliminés, aussi bien dans les aliments et excrétions solides et liquides que dans les produits gazeux (oxygène, produits de la respiration) : d'où on déduit par un calcul simple le nombre des calories fournies par l'oxydation intra-organique du carbone et de l'azote et, par suite, la dépense énergétique. S'il y a égalité de rapport entre le carbone et l'azote fournis et le travail produit, il y a aussi équilibre nutritif, et la ration alimentaire qui répond à cet équilibre, dans les mêmes circonstances, est la ration d'entretien. Cette méthode est précise, mais ne peut être employée que pour un individu en particulier ; — 2° la *méthode statistique* est surtout utilisée pour établir la ration d'entretien des collectivités ; elle consiste à déterminer, chez un nombre suffisant d'individus bien portants et à peu près du même âge, exécutant un travail semblable dans des conditions semblables, la quantité d'aliments qu'ils consomment, au total, en conservant leur bonne santé et leur faculté de travail, et à diviser ensuite cette quantité par le nombre des individus observés. On obtient ainsi une ration moyenne que l'on suppose suffisante pour parer aux besoins d'un individu moyen. C'est cette méthode qui a été employée pour établir la ration moyenne du Parisien et du soldat. Elle est des moins rigoureuses et ne donne qu'une ration théorique qui ne s'applique, en réalité, exactement à personne ; elle peut rendre néanmoins des services quand il s'agit de collectivités nombreuses, collégiens, prisonniers, soldats, matelots, etc., parce que, dans de tels cas, les besoins des individus se trouvent compensés les uns par les autres. Cette méthode d'ailleurs a le grave inconvénient de ne pouvoir tenir compte des déchets éliminés ; — 3° la *méthode respiratoire* repose sur l'examen des échanges gazeux qui s'accomplissent au niveau du poumon et ne peut par conséquent déterminer, au moyen du quotient respiratoire, que la quantité d'énergie dépensée ; il faut remarquer de plus que cette mesure ne s'effectue utilement et ne donne de résultats pratiques que si le sujet en expérience, ou bien ne consomme qu'une sorte d'aliments, hydrates de carbone ou graisses, ou bien se trouve à l'état de jeûne et de repos.

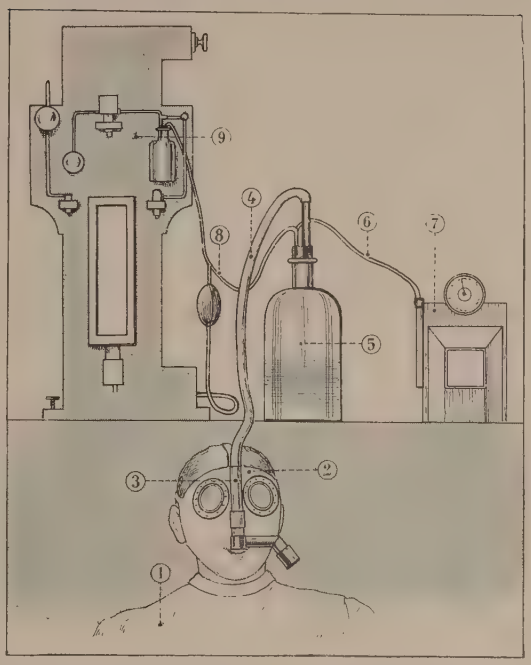


Fig. 55. — APPAREIL POUR LA MESURE DU MÉTABOLISME BASAL ø 1. *Le sujet est étendu et immobile, la figure recouverte d'un masque, 2, qui communique par un tube métallique, 3, puis un tube de caoutchouc, 4, avec un flacon mélangeur d'air, 5. De ce flacon part un autre tube, 6, lequel conduit l'air expiré au spiromètre, 7, qui en donne le volume et la température, grâce au thermomètre qui lui est annexé. L'autre tube, 8, du flacon mélangeur mesure l'air expiré à l'appareil de Laulanié, 9, qui est un eudiomètre à potasse et à phosphore, donnant, en volume, les quantités d'acide carbonique et d'oxygène que renferme p. 100 l'air expiré.* (Moreaux, del.)

CHAPITRE V

FONCTIONS ÉNERGÉTIQUES

Les phénomènes de la vie se ramènent à des réactions physico-chimiques, conséquence de l'irritabilité du protoplasma ; ils aboutissent donc nécessairement à une absorption ou à un dégagement d'énergie, chaleur, travail mécanique, électricité, lumière, etc.

PRODUCTION DE CHALEUR

On distingue les animaux à température variable qui suivent, à peu de chose près, les variations de la température ambiante (animaux à sang froid) et ceux qui ont une température propre, constante, indépendante des changements thermiques extérieurs (animaux à sang chaud). Les oiseaux, les mammifères et l'homme appartiennent seuls à cette seconde catégorie.

Température de l'homme, sa régulation. — La température moyenne de l'adulte est de 37° centigrades, mais elle n'est pas rigoureusement uniforme, en ce sens qu'elle varie avec le lieu du corps, le moment et certaines circonstances. Ainsi les températures périphériques sont

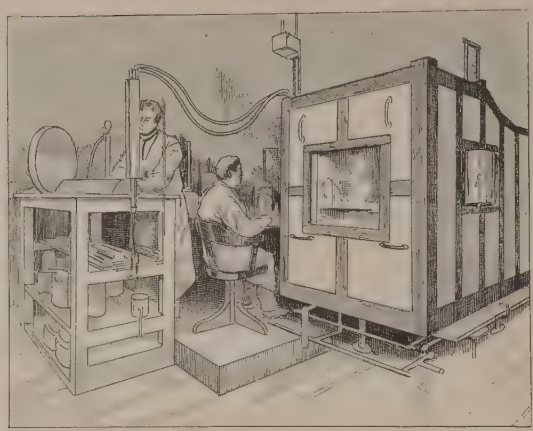


Fig. 56. — CALORIMÈTRE RESPIRATOIRE ▰ Cet appareil, de l'Institut de Pathologie Russell Saye, est employé à l'hôpital Bellevue à New-York. (D'après la *Gazette des Hôpitaux.*)

plus basses que celles des régions profondes (foie), celles des extrémités (mains, pieds, visage) que celles du tronc. Il existe, en outre, des variations rythmiques quotidiennes (fig. 50), car il y a, par vingt-quatre heures, un minimum de température à 5 heures (36°,5) et un maximum vers 18 heures (37°,5). Enfin la température est modifiée par l'âge, le nouveau-né ayant une température supérieure à la moyenne de 5 dixièmes de degré (37°,5), le vieillard une température inférieure d'autant (36°,5) et par diverses autres circonstances, comme le travail musculaire intense, qui tend à l'élever, et la maladie qui tend soit à l'abaisser (hypothermie), soit à l'accroître (fièvre et hyperthermie). La mort survient presque fatalement lorsque la température centrale tombe à 30° ou monte au-dessus de 42°, 43°.

L'homme, étant un animal à température constante, résiste bien à la chaleur et au froid grâce à l'intervention d'un mécanisme régulateur qui a ses centres dans le mésocéphale ; le réflexe, parti de la peau (excitations par le froid ou par la chaleur), parvient à ces centres qui agissent ensuite par les nerfs moteurs, vaso-moteurs et sudoraux. En effet, quand la température s'élève trop, la régulation suractive les causes de déperdition de chaleur par la dilatation des vaisseaux cutanés et périphériques, la sudation et l'évaporation cutanée et enfin l'évaporation pulmonaire, cette dernière s'exerçant surtout chez les animaux dépourvus de sueur, comme le chien. Naturellement, l'état hygrométrique de l'air joue ici un rôle important : on souffre moins de la chaleur par temps sec que par temps humide. Quand la température s'abaisse, la régulation agit en sens inverse ; d'une part, elle détermine la vaso-constriction périphérique qui diminue le rayonnement ; de l'autre, elle augmente l'intensité des échanges respiratoires et des oxydations intra-organiques et provoque des réactions musculaires qu'expriment le *tremblement* et le *frisson*. Enfin, contre les variations thermiques saisonnières, l'animal à sang chaud réagit en augmentant ou en diminuant l'épaisseur de son revêtement et du pannicule adipeux sous-cutané. C'est pourquoi on dit que l'homme engraisse en hiver et maigrit en été. Chez certains mammifères dits *hibernants* (marmotte, chauve-souris, hérisson, ours), cette adaptation se traduit par un assoupissement qui dure tout l'hiver et pendant lequel la température du corps, les mouvements respiratoires et les battements du cœur se réduisent au minimum compatible avec la conservation de la vie.

Divers facteurs, l'insolation, les contractions tétaniques et les convulsions, les lésions céphalo-rachidiennes, les infections, certains poisons, les bains froids prolongés, etc., rompent la régulation thermique et, dès lors, la température centrale s'élève ou s'abaisse dans des proportions considérables et parfois mortelles. C'est ainsi que, dans le coup de chaleur et dans quelques cas de fièvre toxique, on a vu la température centrale dépasser 43° ; on a vu, au contraire, à la suite d'empoisonnement par le curare et les phénols, cette température tomber à 33° ; dans le premier cas, la transpiration sudorale est supprimée, tandis que les oxydations intra-organiques augmentent et, dans le second, il y a inhibition des vaso-moteurs et de la contraction musculaire.

Calorimétrie et métabolisme basal. — Quelle est la quantité de chaleur dégagée par l'homme? On a vu précédemment que ce sont les combustions intra-

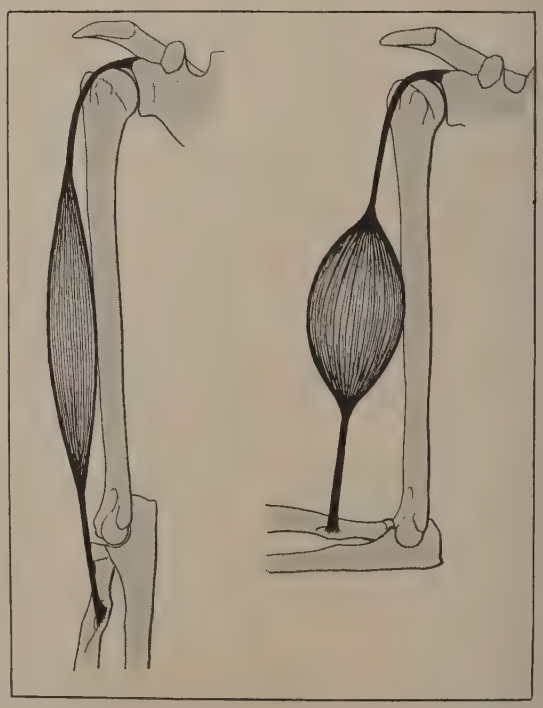


Fig. 57. — CHANGEMENTS DE FORME DES MUSCLES. (EXEMPLE DU BICEPS BRACHIAL) ▰ *A gauche :* Muscle au repos. ▰ *A droite :* Muscle en activité (contracté) ; il diminue de longueur et augmente de diamètre sans changer de volume. (Moreaux, del.)

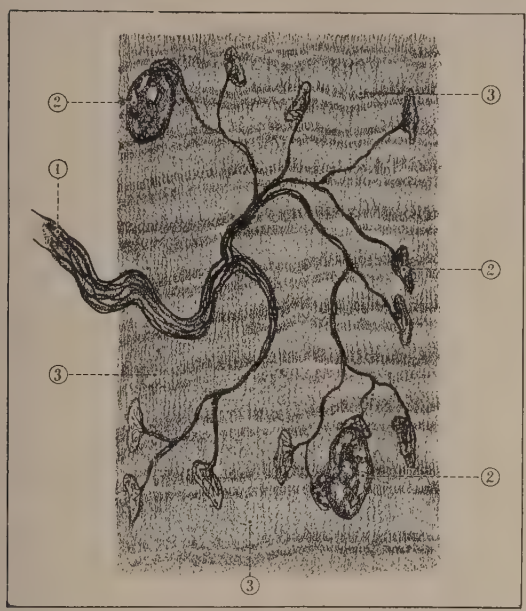


Fig. 58. — PLAQUE MOTRICE ▱ 1. *Filet nerveux moteur.* — 2. *Plaque motrice constituée par l'épanouissement des axones des neurones moteurs périphériques, en contact avec les fibres musculaires.* — 3. *Fibres musculaires.* (Moreaux, del., imité de Branca.)

organiques, et par conséquent l'oxygène fixé, qui fournissent l'énergie dont nous avons besoin pour maintenir notre vie et fonctionner. Mais la chaleur dégagée n'est qu'une partie de l'énergie engendrée par les oxydations ; elle en représente cependant la partie la plus importante et c'est pourquoi, depuis Lavoisier, on s'est efforcé de la mesurer de plus en plus exactement afin de déterminer la valeur de nos échanges. Beaucoup d'appareils (calorimètres) ont été imaginés pour mesurer, directement ou indirectement, la chaleur dégagée : dans la calorimétrie directe, on a employé soit des appareils totalisateurs qui, protégés contre le rayonnement à l'extérieur, recueillent toute la chaleur émise, soit des appareils à rayonnement ou à air dans lesquels la chaleur émise par le corps échauffe l'air qui se dilate et dont la dilatation est calculée au moyen d'instruments manométriques ou volumétriques. Dans la calorimétrie indirecte, on utilise soit la valeur calorique de la ration alimentaire, soit le rapport entre l'oxygène absorbé et l'acide carbonique rejeté. A l'aide de ce dernier procédé, on a reconnu que, dans la respiration, il faut distinguer une fonction variable, qui dépend de la nature et de la quantité des aliments, et une fonction constante, suivant la taille, la surface du corps, l'âge, le sexe, la race et le climat. Cette constante représente le *métabolisme basal* (fig. 55 et 56) ou échanges de base. On peut le définir : la production totale de la chaleur, par heure et par mètre carré de la surface corporelle, d'un sujet à jeun et au repos complet, mais non endormi. Cette production de chaleur, pour un individu donné, est donc la production minima compatible avec la vie normale. Le tableau ci-après indique le métabolisme normal par kilogramme et par mètre carré de la surface corporelle suivant l'âge et le sexe :

AGES.	HOMMES.	FEMMES.
14-16 ans	46	34
16-18 —	43	40
18-20 —	41	38
20-30 —	39,5	37
40-50 —	38,5	36
60-70 —	36,5	34

THERMOGENÈSE. — La température du corps demeurant constante chez l'homme au repos, il est évident que ses pertes et ses gains de chaleur sont égaux. On estime que, sur les 2 500 calories, environ, que l'homme adulte dégage par jour, 1 700 sont perdues par la peau, le rayonnement et la conductibilité, 500 par l'évaporation de l'eau à la surface des poumons, 100 pour le réchauffement de l'air inspiré, des aliments et des boissons, le reste, 200 environ, servant à l'accomplissement du travail physiologique, travail du cœur et des muscles, tonus des sphincters, travail nerveux et psychique ; mais cette chaleur perdue est compensée par la chaleur gagnée sous l'influence des oxydations intra-organiques.

La question est maintenant de savoir si la chaleur

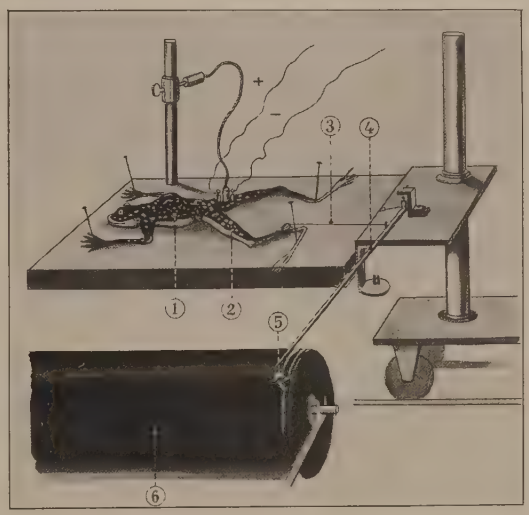


Fig. 59. — MYOGRAPHE DE MAREY ▱ *Une grenouille,* 1, *dont le cerveau et la moelle ont été détruits pour supprimer tout mouvement volontaire ou réflexe, est étendue et fixée sur une plaque de liège au moyen d'épingles. Le muscle gastrocnémien,* 2, *est découvert et son tendon, coupé, relié par un fil,* 3, *à un levier,* 4, *qui se meut horizontalement. On fait passer le courant électrique par les fils* + *et* —. *Quand le muscle se raccourcit, il attire le levier qui porte à son extrémité libre un stylet,* 5, *enregistrant ce déplacement sur un cylindre tournant recouvert de noir de fumée,* 6. — Dès que la contraction cesse, le muscle s'allonge et le levier est ramené à sa place primitive par un ressort. On a ainsi l'inscription, sur le cylindre tournant, de la durée des raccourcissements et des allongements accomplis par le muscle sous l'influence de l'excitation électrique. (Moreaux, del.)

gagnée provient directement de la combustion des aliments et des réserves. Remarquons, d'abord, que tous les éléments anatomiques qui fonctionnent dégagent de la chaleur, mais ce sont les muscles qui en fournissent de beaucoup le plus, les trois quarts au moins de la production totale. Toutefois, cette chaleur dégagée n'est pas le résultat direct de l'oxydation. L'énergie chimique, dégagée par la fixation de l'oxygène sur les matières oxydables, est tout entière transformée en travail physiologique, c'est-à-dire utilisée par les besoins des synthèses assimilatrices et du fonctionnement qui en résulte ; la chaleur dériverait donc, non de l'énergie chimique proprement dite, mais du travail physiologique que produit cette énergie. La chaleur, n'apparaissant jamais que comme une fin, chez les êtres vivants, dans la série des transformations de l'énergie, ne peut être considérée, quand elle devient sensible, comme apte à redonner directement du travail physiologique. Elle affecte ainsi le caractère d'une véritable *excrétion*, mais cette chaleur excrétée, aboutissant du travail physiologique, est suffisante pour maintenir constante, dans toutes les conditions d'activité et de repos, la température des animaux à sang chaud et par conséquent de l'homme.

PRODUCTION DE MOUVEMENT

La forme la plus évidente de la transformation de l'énergie chimique en travail physiologique est le mouvement, qui suppose la mise en jeu de forces déplaçant ou soulevant le corps. Il existe, chez les animaux, des organes différenciés dont la fonction est précisément de transformer l'énergie chimique en mouvement : ce sont les *muscles*, qui changent de forme, se raccourcissent, se contractent et agissent ainsi à la manière de leviers sur les pièces solides du squelette.

CONTRACTION MUSCULAIRE. — Les deux principales propriétés du muscle sont l'élasticité et la contractilité.

L'élasticité est faible mais parfaite, car le muscle qui s'allonge par l'application d'un poids reprend exactement sa longueur première quand on supprime ce poids. Toutefois cette élasticité a des limites et, quand elles sont dépassées, le muscle ne revient plus à ses dimensions primitives. Corrélativement à cette élasticité qui augmente le rendement, le muscle normal, même au repos apparent, possède une très forte rétractilité, comme on le démontre en sectionnant un de ses tendons : il se raccourcit aussitôt. Il s'ensuit que, chez le vivant et muni de toutes ses connexions vasculaires et nerveuses, le muscle exerce sur ses points d'attache une certaine traction. Cet état de faible contraction permanente constitue le *tonus musculaire*, qui ne cesse que si les connexions nerveuses sont supprimées et qui dépend de légères excitations motrices.

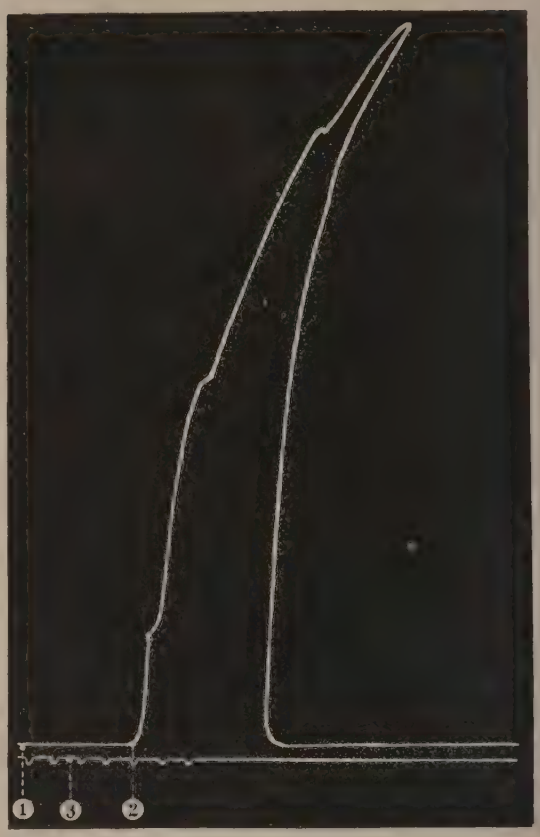


Fig. 61. — SCHÉMA DE L'ADDITION LATENTE ø 1. *Signal indiquant le moment où est lancée l'excitation électrique ; quatre excitations doivent être lancées avant que le muscle commence à se contracter, 2, parce que l'effet de ces excitations doit s'additionner pour provoquer le raccourcissement du muscle. — 3. Ligne indiquant le moment et le nombre des excitations électriques.* (Moreaux, del., d'après Ch. Richet.)

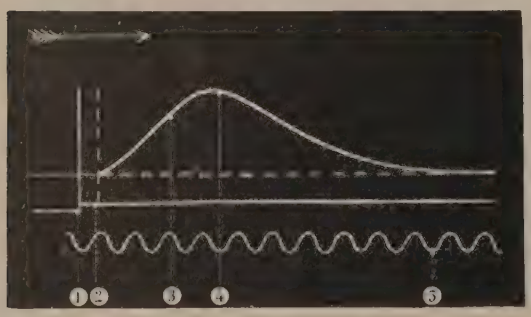


Fig. 60. — GRAPHIQUE DE LA SECOUSSE MUSCULAIRE ø 1. *Signal indiquant le moment où est enregistrée l'excitation électrique. — 2. Période d'excitation latente. — 3. Période de raccourcissement ou d'énergie croissante. — 4. Point maximum de la secousse à partir duquel l'énergie est décroissante et le muscle s'allonge. — 5. Tracé du diapason mesurant le temps.* (Moreaux, del., d'après Gley.)

La contractilité du muscle se traduit par un changement de forme (fig. 57) mais non de volume, car l'accroissement du petit axe compense exactement la réduction du grand. Ce changement de forme semble résulter d'une modification dans l'arrangement moléculaire de la fibre, car, lorsqu'il se produit, l'aspect des segments de la fibre

musculaire change notablement ; les segments clairs ou isotropes s'élargissent, tandis que les segments sombres ou anisotropes se rétractent en boule.

Pour que le muscle se contracte, il faut qu'il reçoive une excitation du dehors. Même privé de ses connexions, il peut se contracter sous l'influence d'excitants extérieurs et notamment de courants électriques, ce qui prouve que la contractilité est une propriété propre à la fibre musculaire ; mais le muscle en place, dans l'être vivant, ne peut se contracter que s'il garde ses connexions nerveuses et grâce à celles-ci, comme en témoignent les expériences faites avec le curare. Ce poison, en effet, laisse intacte la conduction nerveuse dans le nerf moteur et la propriété contractile du muscle, mais rompt la contiguïté du neurone moteur et de la fibre musculaire, de telle sorte que, l'influx ne pouvant plus passer dans le muscle, celui-ci cesse de pouvoir se contracter. C'est donc l'influx nerveux (fig. 58) qui est l'excitant physiologique de la contraction musculaire.

L'étude de cette contraction a été faite à l'aide d'appareils appelés *myographes* (fig. 59) et en se servant comme excitant de l'électricité. La contraction ne se produit qu'au moment de l'ouverture et de la fermeture du courant : avec un courant faible, la contraction d'ouverture est suivie d'un relâchement du muscle et la contraction de fermeture peut manquer ; avec un courant moyen, la contraction d'ouverture est plus forte que la contraction de fermeture ; avec un courant fort, il y a contraction d'ouverture et de fermeture et tétanos entre les deux. Du reste, l'excitabilité du muscle varie suivant l'intensité et la durée du courant. En effet, si la durée est assez longue (quelques centièmes de seconde pour un muscle strié), il faut, pour obtenir la contraction, une certaine intensité ; mais, si la durée diminue, il est nécessaire, à partir de la durée-limite, d'augmenter l'intensité du courant porté sur le nerf pour déterminer la contraction. Cette intensité ou le voltage voulu pour y arriver est ce que l'on appelle la *rhéobase*. Une intensité double de la rhéobase capable de déclencher la secousse est la *chronaxie*, autrement dit la durée minima que doit

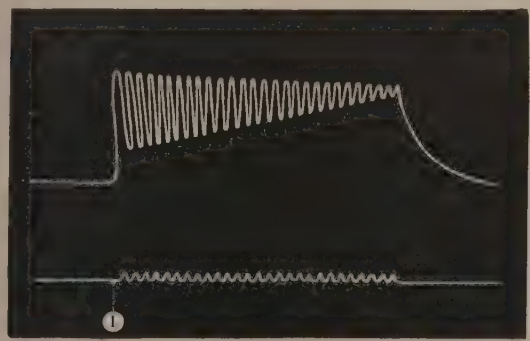


Fig. 62. — TÉTANOS PHYSIOLOGIQUE ▰ L'amplitude des secousses est de moins en moins grande, mais cependant les secousses ne fusionnent pas parce que le nombre des excitations lancées et qu'indique la ligne 1 n'est pas suffisant : le tétanos est incomplet. (Moreaux, del., d'après Beaunis.)

Fig. 63. — UN COUREUR (GRIFFITHS) ▰ Le pied postérieur quitte le sol avant que le pied antérieur ne se soit posé.

avoir un voltage égal à deux fois la rhéobase pour provoquer une contraction.

Quoi qu'il en soit, la contraction ou *secousse musculaire* s'inscrit sur le cylindre du myographe sous forme d'une courbe à trois phases (fig. 60) : 1° une phase rectiligne, répondant au temps qui s'écoule entre le moment de l'excitation et le début de la contraction : c'est la *période latente* ou *temps perdu* ; elle est très courte (5 à 10 millièmes de seconde), mais moins courte dans les muscles lisses que dans les muscles striés ; elle répond au temps nécessaire pour que l'excitation se communique du neurone aux fibres musculaires ; 2° une phase ascendante ou période de raccourcissement du muscle, et 3° une phase descendante ou période de relâchement du muscle, durant laquelle celui-ci revient à son état primitif. Théoriquement, ces deux périodes ont une durée égale (5 centièmes de seconde) ; mais, quand une excitation survient immédiatement après une autre, la contraction seconde est plus forte que la première, la troisième plus forte que la seconde et ainsi de suite : l'excitabilité du muscle est donc augmentée par ces excitations successives. Il en résulte qu'une excitation trop faible isolément pour produire la contraction finit par l'amener si on la répète un certain nombre de fois à des intervalles suffisamment rapprochés : telle est la *sommation* ou *addition latente* (fig. 61). Quand l'excitation est très forte, la contraction et la décontraction sont séparées par un intervalle de temps au lieu de se succéder immédiatement ; on dit alors qu'il y a *contracture*.

Les phénomènes précédents sont produits par des excitations lancées à de plus grands intervalles que la

Fig. 64. — UN SAUTEUR (IVAN H. RIL'EY) ø Le saut est caractérisé par la contraction vigoureuse des muscles extenseurs des jambes.

durée de la secousse elle-même. Si on vient à lancer une nouvelle excitation pendant que le muscle se contracte, il n'y a pas deux secousses successives mais une seule, à la fois plus longue et plus ample ; si cette seconde excitation parvient au muscle au moment où il se relâche, la décontraction ne s'achève pas et il y a, en vertu de la sommation, une seconde contraction plus forte que la première. Enfin, si les excitations se succèdent assez rapidement pour que la contraction précédente ne puisse s'achever, le muscle entre en contraction permanente ou *tétanos physiologique* (fig. 62), parfait quand les secousses sont complètement fusionnées, imparfait quand elles ne le sont pas ; elles donnent alors un tracé rectiligne qui reste tel jusqu'à ce que la fatigue du muscle l'abaisse, malgré la persistance des excitations. La durée de la secousse musculaire étant, chez l'homme, d'un dixième de seconde, il faut donc plus de dix excitations par seconde pour produire le tétanos. Toutefois, lorsque les excitations sont très fréquentes (1 500 à 2 000 par seconde), le muscle ne se contracte plus de façon apparente, bien qu'il entre en vibration en produisant un bruit spécial (son musculaire). C'est pourquoi les courants de haute fréquence peuvent traverser l'organisme sans provoquer d'effets nuisibles.

Bien que l'étude de la contraction musculaire ait été faite surtout au moyen d'excitants artificiels, l'observation directe des effets de l'excitant physiologique (influx nerveux) aboutit aux mêmes constatations. Il est à noter cependant que la contraction volontaire est plus lente et plus ample que la contraction artificielle ; en outre, elle paraît être le résultat d'une fusion de secousses due à l'élasticité musculaire. C'est à l'allongement préalable du muscle qu'est attribuée en partie la période latente, ce qui tend à démontrer l'indépendance entre l'élasticité et la contractilité du muscle.

La vitesse de propagation de l'onde musculaire ou *nœud de contraction* varie avec les espèces ; elle est de 1 mètre par seconde chez la grenouille, de 10 à 12 mètres chez l'homme. Mais si le muscle est très fatigué, l'excitation directe détermine un nœud de contraction qui ne se propage plus et persiste un certain temps (contraction idio-musculaire).

Le muscle est richement innervé par des filets moteurs et sensitifs et reçoit de nombreux vaisseaux ; il contient donc beaucoup d'hémoglobine ; d'où la couleur des muscles *rouges*. Il renferme une substance protéique spéciale, le myosinogène, qui, lors de la destruction du muscle, donne un dérivé spontanément coagulable, la myosine. Telle est l'origine de la *rigidité cadavérique*, phénomène qui débute de trois à six heures après la mort et dure jusqu'au moment de la putréfaction dont les microbes liquéfient la myosine. La rigidité constitue un critérium à peu près certain de la mort ; on ne peut, en effet, la confondre avec l'état des muscles dans la contracture et la catalepsie, car le muscle produit alors son bruit spécial et réagit aux courants électriques, tandis que le muscle mort est silencieux et inerte.

Le travail des muscles. — L'énergie chimique produite dans le muscle par la transformation du glucose en eau et acide carbonique est employée en partie au travail physiologique, le reste s'excrétant sous forme de chaleur sensible, car les muscles sont les principaux

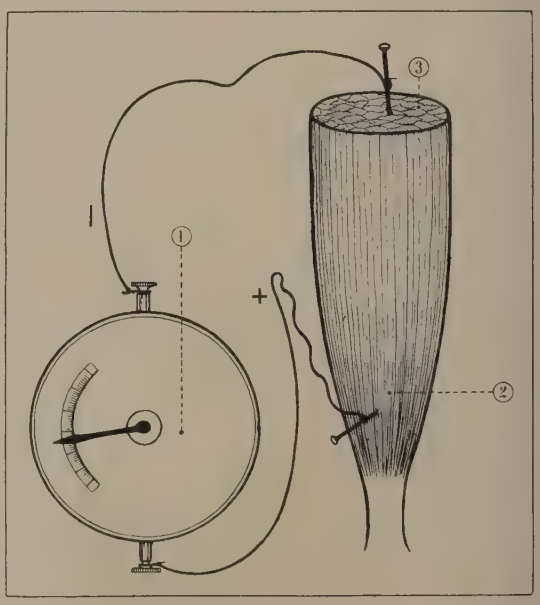


Fig. 65. — ÉLECTRICITÉ MUSCULAIRE ø 1. Galvanomètre; le courant est positif à la surface du muscle. — 2. Il est négatif sur sa section, 3. (Moreaux, del., d'après Pizon.)

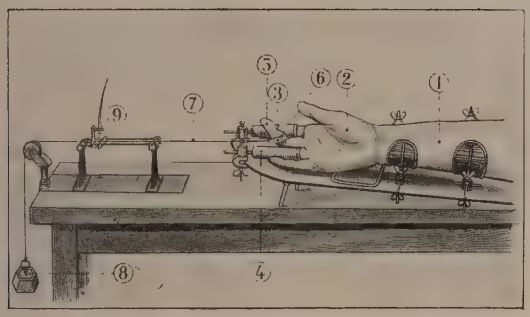


Fig. 66. — ERGOGRAPHE DE MOSSO ▱ *L'avant-bras*, 1, *et la main*, 2, *sont immobilisés : de même l'index*, 3, *et l'annulaire*, 4, *maintenus par un étui métallique. Seul le médius*, 5, *est libre ; celui-ci porte un anneau*, 6, *qui est relié à un fil*, 7, *et aboutit à un poids*, 8. *Quand le médius se contracte, il déplace le fil et le poids, dont les mouvements sont indiqués par un levier enregistreur*, 9. (Moreaux, del.)

fournisseurs de la chaleur animale. Le travail physiologique du muscle est la contraction qui, raccourcissant les fibres, déplace les os sur lesquels les muscles s'insèrent et fournit ainsi un certain travail mécanique.

On le mesure en multipliant la masse soulevée P par la hauteur h à laquelle elle est portée, P comprenant non seulement le poids de la partie du corps que nous soulevons, mais aussi le poids que cette partie du corps, la main, par exemple, peut tenir. Quand le muscle est contracté en position de soutien, la formule change, puisqu'il y a là un travail statique et non dynamique, et devient $P \times t$, t indiquant la durée pendant laquelle P demeure soulevé. Si les os peuvent se déplacer par suite de la contraction musculaire, c'est grâce aux articulations qui les réunissent et permettent leur mobilité. Les os étant rigides et ainsi mobiles par rapport à d'autres, les phénomènes de mouvement produits par les contractions musculaires sont comparables à ceux des leviers des trois genres, le point d'appui étant représenté par l'os fixe sur lequel le muscle s'insère, la puissance par le muscle et la résistance par l'os mobile et le poids qu'il porte. Ainsi l'articulation de la tête sur la colonne vertébrale représente un levier du premier genre, parce que le point d'appui (colonne vertébrale) se trouve entre la résistance (poids de la tête qui l'entraîne en avant) et la puissance (muscles de la nuque qui font relever la tête). De même le pied, quand nous nous dressons sur sa pointe, est un levier du deuxième genre, puisque la résistance (poids du corps) est placée entre le point d'appui (pointe du pied) et la puissance (muscles du mollet). Enfin la flexion de l'avant-bras sur le bras met en œuvre un levier du troisième genre, dans lequel le coude forme le point d'appui, le biceps qui tire l'avant-bras vers le haut la puissance et le poids de l'avant-bras et de la main la résistance. On peut ainsi calculer aisément, à l'aide des formules bien connues des leviers, le travail dynamique ou statique développé par les muscles en activité.

Les déplacements d'ensemble du corps humain, autrement dit la *locomotion* (marche, course, saut) s'exécutent par une série de mouvements partiels coordonnés dans lesquels interviennent et le mécanisme qui vient d'être décrit, le sol devenant le point d'appui médiat, et le jeu des muscles *antagonistes*. On désigne ainsi les muscles qui, par leur contraction, ramènent à sa position première un os déplacé par la contraction d'autres muscles, ou encore les muscles dont la contraction annihile d'autres contractions, de sorte que le membre, par exemple, reste finalement immobile. C'est principalement dans les attitudes fixes, station debout, assise ou couchée, que les antagonistes se contractent pour maintenir l'équilibre, mais on les retrouve en action dans presque tous les mouvements que nous exécutons.

Etudions la marche. Elle se compose de pas dont chacun s'exécute en trois temps : 1° une jambe demeure fixe ; l'autre repose sur le sol par la pointe du pied ; 2° cette dernière, en se pliant légèrement, quitte le sol et se lance en avant, le corps ne reposant plus que sur le pied de la jambe fixe ; 3° la jambe mobile se porte en avant, dans le prolongement même de la cuisse, et retombe enfin sur le sol pour supporter le corps qui esquisse simultanément une chute en avant. A ce moment, la jambe mobile redevient fixe, tandis que l'autre, devenue mobile, exécute les mêmes mouvements que ci-dessus et ainsi de suite. On peut donc définir la marche une série de chutes en avant arrêtées par le déplacement alternatif de chaque membre inférieur. La course (fig. 63) est également composée de pas, mais la vitesse d'exécution des pas est telle que la jambe fixe commence son mouvement avant que celui de la jambe mobile soit achevé. Par suite, le corps quitte complètement le sol pendant un court espace de temps et plonge en avant d'une manière plus accentuée que dans la marche. Enfin, dans le saut (fig. 64), le corps fléchit en même temps sur les deux jambes, dont les extenseurs se contractent

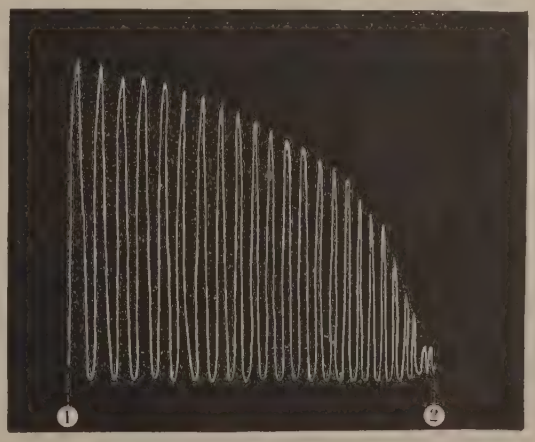


Fig. 67. — GRAPHIQUE DE LA FATIGUE ▱ *Au début de l'expérience* 1, *les contractions sont énergiques, puis, à mesure que les excitations se succèdent, elles s'affaiblissent jusqu'à cesser*, 2 : *c'est le seuil de la fatigue*. (Moreaux, del., d'après Gley.)

brusquement, et tandis que les fléchisseurs se relâchent, projettent le corps en hauteur, il quitte le sol pour retomber ensuite sur les pieds. Le saut est donc, lui aussi, une espèce de marche, dans laquelle les membres inférieurs sont simultanément fixes ou mobiles. Dans tous ces mouvements et dans d'autres encore (natation, gymnastique, sports), les diverses contractions musculaires sont parfaitement combinées pour l'exécution des gestes adaptés aux circonstances, le maintien de l'attitude imposée ou voulue et l'équilibre du corps. Une telle harmonie est en partie réflexe, en partie volontaire ; la plupart de nos mouvements d'ensemble et de nos attitudes sont appris progressivement par l'enfant et deviennent vite automatiques ; l'adulte lui-même apprend sans cesse et s'incorpore de nouveaux gestes.

Rendement du travail musculaire. — Puisque les muscles en se contractant exécutent un travail, ce travail doit représenter une certaine force mesurable, laquelle est proportionnelle au nombre des fibres musculaires intéressées, autrement dit à la section du muscle ; chez l'homme, une surface de section d'un centimètre carré peut soulever 7 kilog. 900. Mais cette force varie suivant le rythme et l'intensité de l'excitation. L'intensité notamment augmente la force dans de grandes proportions ; c'est pourquoi un homme en colère est beaucoup plus vigoureux que le même quand il est calme. Elle épuise aussi beaucoup plus vite la force du muscle. Un muscle de grenouille peut soulever jusqu'à 2 700 fois de suite un poids de 20 grammes. Mais il ne peut soulever un poids de 100 grammes que quelques dizaines de fois et se montre bientôt fatigué.

On peut mesurer assez exactement la valeur du travail ainsi produit. Le travail physiologique, on l'a vu, donne du travail mécanique et dégage de la chaleur. Quel est le rapport entre le travail mécanique et la chaleur? D'après des expériences faites chez des animaux de trait, il faut, la ration alimentaire d'entretien acquise, donner 100 d'aliments pour produire 70 de travail. En convertissant les calories de la ration de travail en kilogrammètres (1 calorie = 425 kilogrammètres [1], c'est l'*équivalent mécanique* de la chaleur), on voit que la ration de l'homme équivaut à 1 200 000 kilogrammètres. Le rapport entre cette valeur et le travail mécanique réel constitue le *rendement*. Il est assez faible, bien qu'il dépasse celui de la machine industrielle. On l'estime seulement à 12 ou 14 p. 100 chez l'homme. Il en résulte que la valeur mécanique utile est, pour l'homme, d'environ 130 000 kilogrammètres par vingt-quatre heures. Mais c'est là une valeur moyenne, qui varie sensiblement avec les occupations. Voici, en effet, la valeur en kilogrammètres du travail extérieur utile fourni par diverses catégories d'employés et d'ouvriers :

CATÉGORIES DE TRAVAILLEURS.	KILOGRAMMÈTRES.	CALORIES.
Employés	80 000	= 188
Peintres, électriciens, chauffeurs	140 000	= 330
Cultivateurs	190 000	= 447
Mineurs, forgerons	250 000	= 588

ces calories indiquent la valeur de ce qu'il faut ajouter d'aliments à la ration d'entretien pour obtenir le travail correspondant.

PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

En raison de l'état colloïdal des parties qui la composent et de l'agencement de ces parties, la cellule animale est le siège de phénomènes électriques qui s'accusent quand elle change de forme. On sait que certains animaux (gymnote, torpille) possèdent des organes électriques différenciés qui peuvent donner de très fortes décharges. Chez l'homme, rien de pareil ; néanmoins la production d'électricité est notable dans les muscles et les nerfs.

Dans les muscles, on constate des courants de repos et des courants d'activité. Au repos, la surface musculaire est positive par rapport à la section qui est négative (fig. 65). La force électromotrice du courant musculaire est estimée à 0,05 volt. Le courant d'activité est beaucoup moins fort ; il coïncide avec la période latente et se propage avec la même vitesse que l'onde musculaire, chaque excitation déterminant un courant unique.

Les phénomènes électriques des nerfs sont analogues à ceux des muscles, mais la force électromotrice en est plus faible, 0,016 à 0,022 volt. Le passage de l'excitation électrique détermine dans les nerfs une modification, dite *électrotonus*, par suite de laquelle l'excitation est diminuée du côté du pôle positif, augmentée au pôle négatif. Le nerf est alors en état électronique ; mais, au moment de la rupture du courant, un phénomène inverse se produit.

1. Le kilogrammètre correspond à la force nécessaire pour élever à la hauteur de 1 mètre, en une seconde, un poids d'un kilogramme.

CHAPITRE VI

FONCTIONS DE RÉGULATION

La régulation a pour effet de maintenir constante la composition du milieu intérieur et d'assurer l'équilibre du jeu des organes duquel dépend la continuité de la forme. Elle s'exerce automatiquement par l'action principale du système nerveux autonome qui commande aux fonctions de nutrition et aussi par celle de certains produits qu'élaborent les glandes à sécrétion interne.

RÉGULATION THERMIQUE

Pour maintenir la constance de notre température interne, nécessaire au fonctionnement de nos cellules, pour empêcher par conséquent que notre corps se refroidisse ou s'échauffe trop, par suite des variations de la température extérieure et des réactions qui s'accomplissent en lui, l'organisme dispose de certains moyens, à la fois régulateurs et défensifs, qui ont été exposés précédemment (Voir *Production de chaleur*, p. 211) et sur lequel il n'y a pas lieu de revenir.

RÉGULATION MOTRICE

La loi du rythme est une loi universelle que symbolise graphiquement l'onde de vibration. Tous les phénomènes de la nature sont soumis à cette loi : ceux de la vie ne lui échappent donc pas ; nous en avons depuis longtemps la preuve dans le rythme cardiaque et respiratoire. Après un certain temps, parfois très court, d'activité, il faut que l'organe se repose pour être à même de continuer à manifester ses propriétés. Ces périodes alternatives d'activité et de repos s'observent dans toutes les cellules et plus visiblement dans les fibres musculaires ; elles entraînent pour celles-ci une régulation motrice qui s'exprime principalement par la *fatigue* et le *sommeil*, déterminant l'arrêt des contractions volontaires.

La fatigue (fig. 67). — Tout organe qui fonctionne assimile et, du moment qu'il assimile, laisse des déchets, qui, produits dans le protoplasma, diffusent, quand ils sont solubles, dans le milieu intercellulaire, puis, à travers les parois des capillaires, dans le sang ; celui-ci les emporte vers les organes d'élimination. Or, ces déchets sont des matières usées, donc nuisibles ; elles ont en effet la propriété de ralentir ou d'inhiber le fonctionnement du protoplasma quand elles s'accumulent dans le milieu intérieur limité, et c'est cette inhibition fonctionnelle qui constitue la fatigue. D'où le nom de *ponogènes* donné à ces déchets, mot qui veut dire : substance engendrant la fatigue.

Considérons le cœur, muscle creux qui, depuis les premières semaines de la formation du fœtus jusqu'à la mort de l'homme, ne cesse de se contracter. Pour accomplir cette tâche, il doit fonctionner de manière à ne pas se fatiguer. En effet, la révolution cardiaque, d'une durée totale de 9 dixièmes de seconde, comporte deux temps : un temps de contraction ou d'activité, la systole, d'une durée de 5 dixièmes de seconde, et un temps de décontraction ou de repos, la diastole, qui dure 4 dixièmes de seconde. A quoi répond ce dernier temps? A la durée nécessaire pour que les déchets de fonctionnement produits par la contraction puissent s'éliminer dans le milieu intérieur avant qu'il y ait inhibition de la fibre cardiaque. Cela est si vrai que cette fibre est inexcitable tant que dure la période de décontraction.

Au lieu du muscle cardiaque, considérons n'importe quel muscle volontaire ; les phénomènes sont identiques. Pour le muscle en tétanos physiologique, recevant par conséquent des excitations tellement rapides que la décontraction n'a pas le temps de se produire, on voit la courbe inscrite au myographe dessiner, après l'ascension du début, une ligne horizontale ; mais, au bout d'un certain temps, cette ligne fléchit et descend ; le muscle se décontracte, non pas parce que l'excitation cesse, mais parce qu'il est fatigué, en d'autres termes, que son travail a accumulé des ponogènes qui inhibent les propriétés de ses fibres. C'est là du reste une observation qui nous est familière. Quand nous avons fait travailler longtemps et énergiquement les muscles de nos bras ou de nos jambes, ceux-ci s'alourdissent et refusent de continuer à se contracter : ils sont fatigués. Leur fatigue se mesure à l'aide d'un appareil appelé *ergographe*. Puisque le muscle se contracte sous l'influence d'une excitation nerveuse, le nerf doit se fatiguer comme le muscle et pour la même raison. Mais, dans les mouvements volontaires, la fatigue des nerfs excitateurs se produit plus rapidement que celle des muscles excités et la résistance

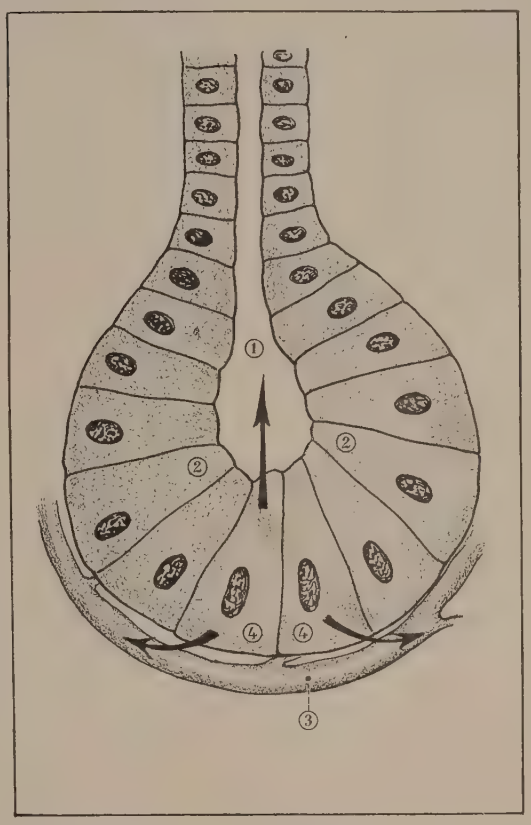


Fig. 68. — SCHÉMA DES SÉCRÉTIONS EXTERNES ET INTERNES ø Coupe d'un acinus glandulaire. — 1. *Canal excréteur, conduisant à l'extérieur les produits de sécrétion externe de la partie distale des cellules.* — 2. 3. *Vaisseau sanguin dans lequel s'écoulent les produits de sécrétion interne de la partie basale des cellules*, 4. (Moreaux, del., d'après Prenant.)

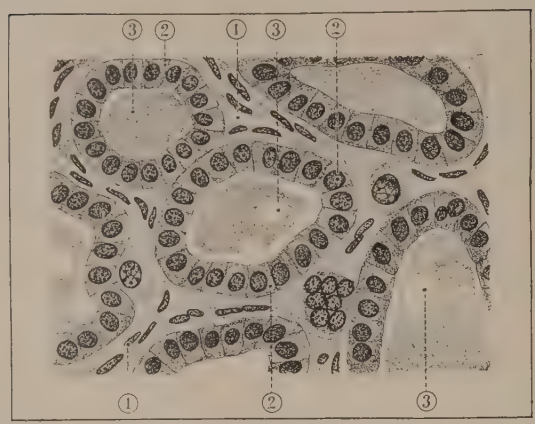


Fig. 69. — STRUCTURE DE LA THYROÏDE ø 1. *Tissu conjonctif.* — 2. *Amas de cellules épithéliales sécrétantes limitant une cavité,* 3, *remplie de liquide colloïde.* (Moreaux, del.)

de ceux-ci à la fatigue augmente par l'*entraînement*, c'est-à-dire la pratique d'exercices progressivement croissants. Ce phénomène s'explique par cette raison que le muscle qui fonctionne assimile, augmente de masse vivante, et par suite peut produire le même travail pour une moindre dépense.

Un muscle — ou tout autre organe — inhibé par la fatigue, récupère ses propriétés fonctionnelles par le repos, dont la durée est déterminée par le degré de concentration des ponogènes. Aussitôt que leur concentration est tombée assez bas dans le milieu de la fibre musculaire et la lymphe intercellulaire, la contraction peut reprendre avec la même énergie que précédemment. La fatigue ne laisse donc pas de traces apparentes ; il n'en est pas ainsi du *surmenage*.

Quand un cheval traînant un fardeau s'arrête épuisé, le charretier lui donne un coup de fouet pour réveiller son ardeur. Un muscle fatigué peut donc, malgré l'action inhibitrice des ponogènes, se contracter encore si l'on augmente l'intensité de l'excitation. Néanmoins ce pouvoir de contractilité a forcément une limite et il arrive un moment où, quelle que soit l'intensité de l'excitation, le muscle perd sa propriété contractile ; il est surmené. Le surmenage détermine, dans le muscle, des modifications bien plus durables que la fatigue, parce que la concentration des déchets toxiques de fonctionnement a fini par altérer la constitution physico-chimique de la substance musculaire. Toutefois, ce n'est pas l'organe, muscle ou glande, qui se fatigue et se surmène le premier, mais bien le système nerveux. Aussi, chez les grands surmenés, le système nerveux est-il plus atteint et requiert-il plus de soins que les autres appareils, comme on le voit, tant chez les sportifs après un effort violent et prolongé que chez les jeunes gens à l'époque des concours. C'est pourquoi leurs troubles se manifestent de préférence par une grande dépression nerveuse et leur asthénie musculaire n'en est que la conséquence. Bref, le surmenage est un effort d'excitation qui dépasse de beaucoup le seuil de la fatigue et qui entraîne des lésions plus ou moins sérieuses de l'organe surmené. Ces lésions de surmenage, pouvant d'ailleurs frapper n'importe quel organe pour n'importe quelle cause, sont à l'origine de cette diathèse complexe et protéiforme qu'on désigne sous le nom, au surplus impropre, d'*arthritisme*.

Le sommeil. — Les phénomènes que nous venons de passer en revue sont des phénomènes de fatigue *locale* ; ils se produisent dans un organe, musculaire, glandulaire ou nerveux, qui a trop travaillé ; celui-ci élimine ses ponogènes dans le milieu intercellulaire, puis dans le sang. Mais l'organisme est un vase clos et constitue un milieu limité. Comme tous les organes de l'homme fonctionnent successivement et parfois presque simultanément, il arrive un moment où le milieu intérieur est saturé de ponogènes ; la fatigue devient alors *générale* et entraîne un repos général périodique, le *sommeil*.

Pourquoi le sommeil est-il périodique, puisqu'il existe des organes chargés de rejeter régulièrement au dehors les déchets de fonctionnement? La raison en est que ces organes, et surtout les reins, ne sont pas organisés pour éliminer une quantité illimitée de déchets, même à l'état normal. Il y a, pour certains d'entre eux, un seuil d'élimination que le rein ne peut que difficilement franchir, parce qu'il est lui-même un organe limité dans son travail par sa propre constitution. C'est là une conséquence obligatoire du balancement entre les périodes d'activité et de repos qui restreint l'accroissement exagéré de certaines parties du corps et maintient l'équilibre et l'harmonie des fonctions. Ceci étant, la fatigue générale apparaît nécessairement au bout d'un temps réglé par le fonctionnement et, comme ce fonctionnement est toujours à peu près le même, le sommeil, conséquence de la fatigue générale, est périodique. En outre, la venue de la nuit, créant des habitudes correspondantes, favorise cette périodicité.

Les caractères du sommeil résultent du fait que les cellules nerveuses sont celles qui s'inhibent le plus facilement sous l'influence des ponogènes. Le plus marqué de ces caractères est la rupture qui s'opère entre l'action des impressions extérieures et les réactions des centres cérébraux. Cette rupture paraît être l'effet de la rétraction du chevelu des neurones corticaux sous l'influence toxique des substances ponogènes, car la fatigue a précisément cette action. C'est par la même action toxique que s'explique le pouvoir soporifique des narcotiques. Peut-être doit-on faire intervenir également le ralentissement de la circulation cérébrale, un certain état d'anémie, qui tend, comme on le constate après les repas copieux, à provoquer la rupture des contiguïtés nerveuses. Le sommeil ne s'établit d'un coup qu'en cas de grande fatigue ; les bâillements, la diminution de l'attention en sont les avant-coureurs ; puis vient le relâchement de certains muscles, ceux de la nuque et du releveur des paupières en particulier ; la vue et l'ouïe s'obscurcissent, les opérations intellectuelles deviennent

de plus en plus confuses et la conscience enfin disparaît. Cet état entraîne nécessairement l'abolition des mouvements volontaires et le ralentissement des fonctions de la vie végétative : les mouvements du cœur et de l'appareil respiratoire baissent de fréquence et tous les échanges se réduisent. C'est précisément ce repos relatif, limitant notablement la production des ponogènes, qui permet à l'excès des déchets de s'éliminer peu à peu pendant le sommeil et d'abaisser leur concentration au-dessous du seuil de la fatigue ; il s'ensuit que, au bout d'un temps suffisant, la moindre excitation va produire une reprise d'activité, c'est-à-dire le *réveil*. L'urine du soir, toxique, provoque, en injections chez les animaux, un sommeil invincible, tandis que l'urine du matin, convulsivante, entraîne le réveil. En conséquence, la durée et la profondeur du sommeil sont en rapport avec l'intensité de la fatigue. Après des efforts prolongés, des émotions violentes, des douleurs intenses, on a vu le sommeil persister pendant seize, vingt-quatre et même trente-six heures.

Cependant l'inhibition produite par la fatigue générale n'empêche pas les organes de rester excitables, mais cette excitabilité n'est plus capable d'éveiller les réactions coordonnées, propres à la veille, des appareils de la vie de relation. Pendant le sommeil, les excitations périphériques peuvent bien produire des mouvements — remuer les bras, les jambes, se retourner dans son lit, — mais ces mouvements résultent de réflexes médullaires ; ils ne sont nullement conscients et voulus. On peut donc comparer l'homme profondément endormi à un animal privé de cerveau.

Ce n'est là cependant qu'une apparence. Si l'activité cérébrale est dissociée de l'ambiance, elle peut néanmoins continuer sur son propre fonds, par la mise en jeu de souvenirs et d'idées, éveillant les états de conscience qui constituent les *rêves*. Le rêve résulte de réminiscences de perceptions très vives ou récentes, qui, au lieu de se suivre dans leur ordre logique, se succèdent irrégulièrement d'après les divagations d'un influx nerveux qui n'est plus guidé par les impressions extérieures ; il est ainsi provoqué par le travail interne des neurones corticaux d'association. C'est pourquoi il peut manquer quand la fatigue est assez forte ; on dit alors que le sommeil est calme et profond. Au contraire, si les rêves sont nombreux, en rapport avec des excitations actuelles, mauvaise position, piqûre d'insecte, petites douleurs viscérales, le sommeil est agité parce que le dormeur réagit par des déplacements. Si enfin les rêves sont très intenses et provoquent des états de conscience pénibles, on a le *cauchemar*, accompagné parfois d'angoisse, de palpitations de cœur, de sueurs, et qui produit le réveil. Du reste une excitation forte, bruit violent, appel, attouchement brusque, suffit à réveiller une personne profondément endormie, parce qu'alors l'effet stimulant de l'excitation, dépassant l'effet inhibiteur des ponogènes, rétablit la contiguïté entre les divers neurones corticaux. Quant au réveil naturel, il se fait d'une façon d'ordinaire progressive et est souvent précédé, comme le sommeil, d'une période de demi-conscience ou période *hypnagogique*, pendant laquelle le rêve se mêle plus ou moins à la réalité.

La durée du sommeil est variable : plus l'activité a été grande, plus elle est longue ; c'est pourquoi les enfants, qui ont une activité fonctionnelle intense, dorment beaucoup, tandis que les vieillards, dont l'activité est ralentie, dorment moins. On admet en général qu'il faut à l'adulte huit heures de sommeil par vingt-quatre heures. Certaines personnes cependant se signalent par un sommeil extrêmement prolongé et qui dure parfois des années sans presque aucune interruption. On en a cité un certain nombre de cas. Le plus récent est celui d'Anna Swanapor, de Johannesburg (Transvaal), âgée de trente-cinq ans ; cette femme dort depuis quinze ans, ne sortant que tous les six mois et pendant quelques heures seulement de son état léthargique, qui semble avoir été provoqué par une violente émotion. De tels dormeurs sont des malades qu'il faut nourrir artificiellement ; à l'autopsie, on leur découvre presque toujours des lésions cérébrales. Quelques-uns d'entre eux se réveillent, mais pour bientôt mourir ; l'exception est qu'ils guérissent.

D'autre part, les préoccupations, la douleur peuvent empêcher le sommeil ; il en est de même de la chaleur, de la fièvre, attendu que l'excitation résultant de ces diverses circonstances l'emporte sur l'inhibition de fatigue. Au reste, l'insomnie n'est jamais que passagère ; il arrive un instant où le sujet doit succomber au sommeil sous peine de mort. Aussi le besoin de sommeil est-il plus impérieux même que le besoin d'aliments, et on sait que des personnes s'y abandonnent dans les situations les plus périlleuses.

Le sommeil artificiel, sommeil du chloroforme et de l'éther, sommeil hypnotique, sommeil de certaines maladies, est identique par son mécanisme fondamental au sommeil normal ; c'est toujours une rupture entre les impressions extérieures, les centres corticaux, et les réactions volontaires, mais les causes qui déclenchent le mécanisme sont différentes. Dans le sommeil chloroformique, dans celui des toxi-infections, il s'agit non

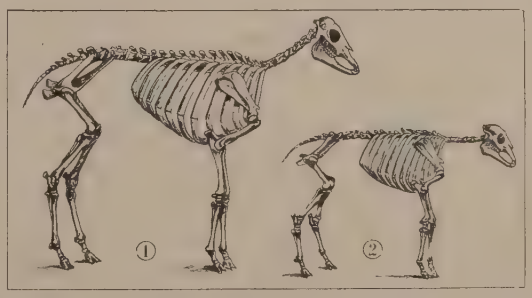


Fig. 70. — EFFET SUR LE SQUELETTE DE L'ABLATION DE LA THYROÏDE ø 1. *Mouton de huit mois, normal.* — 2. *Mouton du même âge, auquel on a enlevé la thyroïde huit jours après sa naissance.* (Moreaux, del., d'après A. Von Eiselsberg.)

plus de ponogènes, mais de poisons d'origine externe ou parasitaire venant inhiber les fonctions corticales ; dans l'hypnose, c'est la suggestion, autrement dit l'acceptation d'une idée imposée par l'hypnotiseur, qui produit le sommeil en mettant dans l'état nerveux convenable : le sujet, voulant dormir, s'endort. Par un processus analogue, à la suite d'un entraînement suffisant, les personnes les plus normales arrivent à s'endormir et à se réveiller quasi à volonté. Napoléon Ier était dans ce cas.

RÉGULATION CHIMIQUE

La régulation chimique assure, non seulement la constance de composition du milieu intérieur, mais encore la corrélation des organes, non plus par l'action synergique du système nerveux, mais bien par celle de substances chimiques provenant de glandes spéciales, dites à sécrétion interne.

LES SÉCRÉTIONS INTERNES. — Les cellules glandulaires à sécrétion interne ou *endocrines* se distinguent des cellules glandulaires à sécrétion externe ou *exocrines* par une certaine disposition. Au lieu d'être, comme ces dernières, orientées vers le canal excréteur, elles le sont vers les capillaires, dans lesquels leurs produits se déversent directement. Cette disposition se complique parfois en ce sens que la cellule peut être orientée simultanément vers le canal excréteur et vers le capillaire (fig. 68); c'est le cas de la cellule hépatique, qui, par un de ses pôles, élimine la bile (sécrétion exocrine) et, par l'autre, le sucre et l'urée (sécrétion endocrine). Mais ce qui, plus encore que la structure, caractérise les glandes à sécrétion interne, est que leurs produits, bien qu'étant des déchets de fonctionnement au même titre que les excrétions, sont repris par l'économie qui en fait un usage défini que Claude Bernard a été le premier à pressentir et Brown-Séquard à démontrer.

En effet, tous les déchets de fonctionnement, étant des matières usées, doivent être éliminés hors de l'organisme. Seuls, les produits endocrines échappent à cette règle et c'est là ce qui les isole des autres excrétions ou sécrétions. Car, remarquons-le, tous les tissus laissent, en fonctionnant, des déchets qui tombent dans le torrent circulatoire et sont rejetés au dehors. Si l'on s'en tenait à ce fait, tous les tissus seraient à sécrétion interne et cette conception sert encore de base à l'emploi en thérapeutique de beaucoup d'extraits d'organes. Mais elle est erronée ; elle ne répond pas à la définition précédente qui exige, non seulement que le produit glandulaire soit déversé directement dans le sang, mais aussi et surtout qu'il ait un rôle physiologique à remplir.

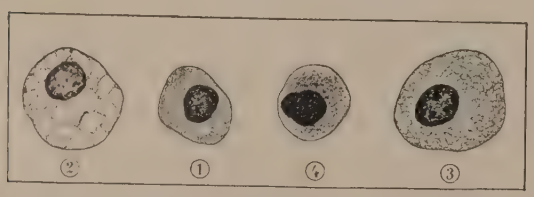


Fig. 71. — CELLULES SURRÉNALES : 1. *Cellule de la couche glomérulaire.* — 2. *Cellule de la couche fasciculée.* — 3. *Cellule de la couche réticulée.* — 4. *Cellule de la partie médullaire.* (Moreaux, del., d'après Branca.)

Nous ne connaissons encore que très imparfaitement la nature de ces produits, sauf l'adrénaline, sécrétion interne des glandes surrénales. En dehors de la spécificité qui fait que chaque produit endocrine est sécrété par une glande déterminée et non par une autre, trois propriétés remarquables des sécrétions internes, mettant en évidence leurs fonctions régulatrices, sont à signaler :

Action stimulante homologue s'exerçant sur l'organe même qui les fournit.

Action stimulante hétérologue s'exerçant sur des organes autres que celui qui élabore la sécrétion considérée, organes se trouvant ainsi en synergie chimique avec ce dernier. L'action stimulante hétérologue conduit à deux résultats : d'une part l'excitation cellulaire spécifique, de l'autre le développement des formes ou action morphogène. On appelle *hormones* les excitants cellulaires, *harmozones* les excitants morphogènes.

Action modératrice ou *antagoniste*, l'action hétérologue s'exerçant ici pour modérer l'excitation produite par une autre sécrétion interne. D'où le nom de *chalones* donné aux sécrétions internes qui possèdent cette propriété. L'individualité de ce groupe paraît cependant très discutable, attendu qu'une même sécrétion peut être à la fois inhibitrice et excitante : c'est le cas de l'adrénaline qui inhibe les muscles lisses de l'intestin et contracte ceux des vaisseaux. En somme, seules sont nettement définies et démontrées les actions stimulantes hétérologues cellulaires (hormones) et morphogènes (harmozones).

Il convient cependant de mentionner une dernière propriété. L'ablation ou la dégénérescence complète d'une de ces glandes est suivie de troubles généraux parfois mortels, qui indiquent que l'équilibre fonctionnel est rompu. Mais l'intégrité d'une petite partie de la glande évite cette rupture. Ainsi il suffit de laisser en place un douzième de pancréas pour que le diabète n'apparaisse pas, un quart de tissu thyroïdien pour empêcher le myxœdème, etc. Donc, pour les glandes à sécrétion interne, il y a un *minimum suffisant* et tout le surplus représente une fabrication de luxe. Comme on ne peut pas physiologiquement admettre que cette sécrétion surérogatoire soit destinée à parer à une déficience imprévue de l'organe, il faut supposer que la sécrétion de luxe est, en réalité, la conséquence du balancement organique et par conséquent un élément de la régulation chimique.

Toutes les glandes à sécrétion interne sont régies par le système nerveux sympathique. Certaines présentent des formations cellulaires qu'on a désignées sous le nom de *chromaffines*, en raison de la facilité avec laquelle elles se colorent par les sels de chrome : tel est le cas de la partie médullaire des capsules surrénales qui sécrète

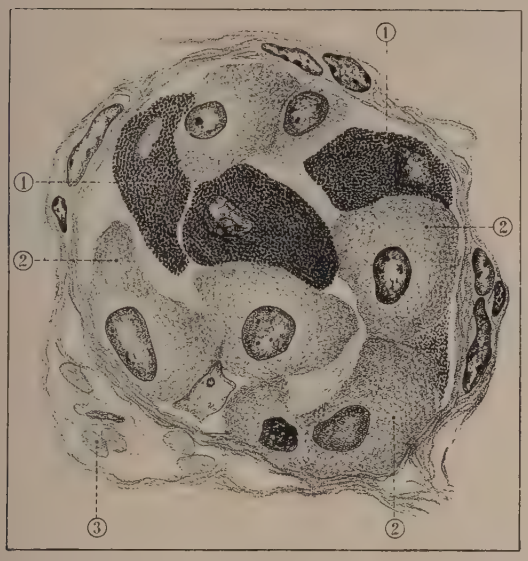


Fig. 72. — COUPE DE L'HYPOPHYSE ▰ 1. *Cellules chromophiles.* — 2. *Cellules chromophobes.* — 3. *Capillaires sanguins.* (Moreaux, del., imité de Branca.)

l'adrénaline ; d'autres ont des cellules disséminées le long du sympathique ganglionnaire et jouissent de la même propriété. Ces diverses cellules semblent être en relations très étroites avec les éléments nerveux.

GLANDE THYROIDE ET GLANDES PARATHYROIDES (fig. 69). ▰ ▰ La thyroïde est une petite glande située au-dessous et en avant du cartilage thyroïde ; les parathyroïdes, du volume d'une lentille, se trouvent logées de chaque côté de la thyroïde. Leur principe actif paraît être une substance iodée (iodothyrine, thyréoglobuline iodée ou thyroxine). En fait, l'appareil thyroïdien fixe l'iode alimentaire et l'élabore sous forme de colloïde. Les fonctions de ces glandes ont été déduites, d'une part des effets de l'ablation expérimentale (fig. 70), de l'autre des résultats obtenus par l'administration d'extraits thyroïdiens dans les maladies où cet appareil était lésé.

On distingue souvent les fonctions de la thyroïde de celles des parathyroïdes. Les premières sont essentiellement équilibrantes ; elles agissent pour maintenir la fréquence du rythme cardiaque, la pression sanguine, la fixation du calcium sur les os, pour modérer la destruction tissulaire, car, si on enlève la thyroïde à un chien, la mort survient rapidement avec convulsions, tétanos et hyperthermie ; si la glande est seulement lésée, on observe des troubles de la nutrition qui se traduisent notamment par un œdème dur (myxœdème), de l'asthénie nerveuse et musculaire, des retards de développement et une insuffisance psychique qui peut aller, chez l'enfant, jusqu'au crétinisme. Les glandes parathyroïdes ont peut-être une fonction antitoxique, principalement à l'égard des poisons de la fatigue, mais cette fonction se ramène probablement à une action tonique sur le système neuro-musculaire, action que possède également la sécrétion thyroïdienne. Toutefois les lésions des parathyroïdes conduisant progressivement, comme celles de la thyroïde, à des troubles nutritifs et à la cachexie, il est difficile d'isoler les fonctions respectives de ces deux sortes de glandes.

GLANDES SURRÉNALES (fig. 71). ▰ ▰ Au-dessus de chaque rein il existe une petite glande, appelée, à cause de sa position, *surrénale* ; elle est composée de deux parties : la partie centrale ou médullaire qui sécrète l'adrénaline, et la partie périphérique ou corticale qui sécrète des substances de nature mal connue. Par leur sécrétion interne, les surrénales remplissent une double fonction : une fonction tonique sur le cœur et les vaisseaux et une fonction antitoxique, cette dernière plus marquée que celle des parathyroïdes. La première s'exerce par l'adrénaline ; celle-ci accroît l'énergie du muscle cardiaque et entrave le pouvoir inhibiteur du pneumogastrique ; elle détermine la vaso-constriction des vaisseaux périphériques et élève ainsi la pression sanguine. C'est grâce à cette action régulatrice que se maintient le tonus circulatoire, car, si on vient à enlever à un animal les capsules surrénales, on note l'accélération du cœur, l'abaissement de la tension vasculaire, la chute de la température et, en outre, une asthénie musculaire profonde, des troubles digestifs, de la diarrhée et une augmentation sensible de la toxicité du sérum et de l'urine. Mais ces derniers phénomènes dépendent de la sécrétion interne de la partie corticale, supprimée en même temps que la partie médullaire chez l'animal décapsulé. La fonction antitoxique appartient donc à la substance corticale ; elle agit sur tous les déchets de fonctionnement et notamment sur les poisons musculaires ; retardant la fatigue, elle peut être considérée comme un tonique musculaire au moins indirect.

HYPOPHYSE ET ÉPIPHYSE. ▰ ▰ *Hypophyse* (fig. 72). — C'est une glande située dans la cavité de la selle turcique ; elle se compose de deux lobes : l'un antérieur, volumineux, renferme des cellules glandulaires chromophiles ; l'autre postérieur, plus petit, logé dans la concavité du précédent, se compose d'éléments conjonctifs et nerveux ; aussi le désigne-t-on quelquefois sous le nom de lobe nerveux.

Ces deux lobes n'ont pas les mêmes fonctions. Les sécrétions du lobe antérieur régularisent le développe-

Fig. 73. — CELLULES INTERSTITIELLES DU TESTICULE ▰ 1. *Cellules à structure alvéolaire.* — 2. *Cellules à cristalloïdes.* — 3. *Cellules à protoplasma différencié.* (Moreaux, del., d'après Branca.)

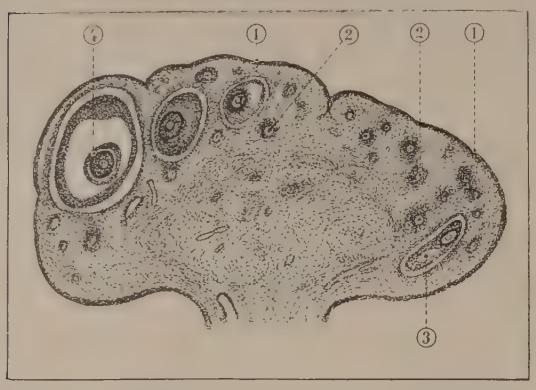


Fig. 74. — COUPE DE L'OVAIRE ⌀ 1. 1. *Épithélium de revêtement.* — 2. 2. *Ovisac en voie de formation.* — 3. *Ovisac dans lequel apparaît le liquide folliculaire.* — 4. *Ovisac à ovule prêt à mûrir.* (Moreaux, del.)

ment du squelette, des organes génitaux et, d'une manière générale, la croissance des jeunes ; elles régularisent également la formation des réserves de graisse. En effet, les jeunes animaux auxquels on a enlevé le lobe antérieur présentent un arrêt brusque de la croissance, des troubles marqués de l'ossification, une adipose exagérée, l'arrêt de développement des organes génitaux. Les sécrétions du lobe postérieur agissent surtout sur le cœur et les vaisseaux, action dont le lobe antérieur paraît dépourvu; elles élèvent le tonus vasculaire, diminuant le nombre des battements cardiaques tout en renforçant la systole, et se rapprochent ainsi de l'adrénaline.

La propriété la plus remarquable des sécrétions hypophysaires est la régulation modératrice qu'elles exercent sur d'autres glandes endocrines : la thyroïde, les surrénales, les glandes testiculaires et ovariennes. Cette régulation est d'ailleurs réciproque, car l'ablation de la thyroïde et des surrénales et la castration entraînent l'hypertrophie de l'hypophyse.

Épiphyse. — L'épiphyse n'est autre que la *glande pinéale* des anciens, dont Descartes faisait encore le siège de l'âme, ou plutôt des « esprits animaux » ; elle est placée immédiatement en avant des lobes optiques. Sa sécrétion régularise le développement corporel, sexuel et mental, car les tumeurs destructives de l'épiphyse entraînent un accroissement exagéré de la taille (gigantisme) et une précocité sexuelle et parfois psychique tout à fait anormale. Il faut en conclure que les sécrétions épiphysaires mettent en harmonie le développement des os longs, des glandes génitales et du cerveau avec celui de toutes les autres parties du corps.

THYMUS. ⌀ ⌀ Le thymus est un organe transitoire qui apparaît au cours de la vie intra-utérine, se développe jusqu'à la puberté et régresse ensuite sans disparaître complètement ; il se compose de deux lobes, droit et gauche, se divisant en lobules richement vascularisés. On ne connaît pas la nature de sa sécrétion interne, mais ses fonctions n'en ont pas moins été établies par les recherches expérimentales et l'observation clinique ; elles s'exercent principalement dans le jeune âge et se manifestent par quatre sortes d'actions : 1° stimulation de la formation des os : les animaux privés de thymus ou les petits enfants chez lesquels il est lésé présentent un retard de croissance, une réduction du volume des os et de la taille ; 2° stimulation de la nutrition générale ; 3° stimulation du développement génital, l'ablation de la glande entraînant un retard considérable dans l'évolution des testicules et des ovaires. Ici, il y a régulation réciproque, car c'est au moment où les organes génitaux approchent de la maturité que la régression du thymus s'accentue ; 4° enfin dépression du tonus vasculaire ; c'est une hormone antagoniste, l'action des sécrétions thymiques venant contre-balancer celle des surrénales.

PANCRÉAS. ⌀ ⌀ C'est une glande à sécrétion interne et à sécrétion externe ; la sécrétion externe est représentée par le suc pancréatique dont nous avons parlé plus haut, la sécrétion interne par diverses substances dont la principale est l'insuline que l'on a dernièrement réussi à isoler ; elle est le propre des îlots de Langerhans, formés de cellules exclusivement orientées vers les capillaires. La sécrétion interne du pancréas régularise le taux du sucre circulant, et c'est pourquoi l'insuline diminue la quantité de sucre du sang et fait disparaître le sucre de l'urine dans le diabète sucré.

TESTICULES. ⌀ ⌀ Les testicules, comme le pancréas et le foie, ont une double sécrétion : l'une, externe ou séminale, aboutit à l'excrétion des cellules reproductrices ou spermatozoïdes ; l'autre, interne, préside à l'apparition des caractères sexuels secondaires et à l'établissement de la psychosexualité. Ces deux sécrétions sont-elles produites par les mêmes glandes ou par des glandes distinctes? On a cru que les îlots glandulaires interstitiels, logés entre les tubes séminipares et groupés autour des vaisseaux sanguins, étaient seuls producteurs de la sécrétion interne, mais des recherches récentes ont montré que les cellules interstitielles (fig. 72) servent surtout à la nutrition des éléments séminipares.

Il n'en reste pas moins que le testicule possède une sécrétion interne extrêmement active, mise en évidence par les effets de la castration totale du mâle. Cette castration est suivie de trois sortes de phénomènes : 1° hypotrophie des organes génitaux et de leurs glandes annexes ; 2° atténuation des caractères sexuels secondaires ; 3° perte de l'instinct sexuel. Par suite, la sécrétion testiculaire interne est une harmozone, puisque c'est grâce à elle que l'homme revêt les caractères distinctifs du mâle : disposition de la musculature, élargissement du thorax, pilosité, voix grave, respiration ventrale, étroitesse du bassin, force physique, système nerveux plus stable, etc. Toutefois, la féminisation de l'eunuque et la virilisation de la femme castrée tendent à prouver que les caractères sexuels secondaires sont indépendants du sexe anatomique apparent et résultent surtout de la

sécrétion interne. Celle-ci d'ailleurs n'est pas seulement morphogène ; elle est aussi psychogénétique, puisqu'elle crée l'instinct sexuel, c'est-à-dire l'appétence et la poursuite de l'autre sexe. Sans sécrétion testiculaire interne, pas de désir amoureux. Or cet instinct influence profondément la mentalité ; il la domine et la dirige souvent. Il y a donc, entre les sécrétions génitales internes et certains centres corticaux d'association, des relations qui constituent la psychosexualité.

OVAIRES. Double, externe et interne, est enfin la sécrétion ovarienne ; l'externe est représentée par la formation et l'expulsion de l'ovule, l'interne par les produits des cellules folliculaires et des corps jaunes. Il semble que ces deux sécrétions internes de l'ovaire s'influencent l'une l'autre.

Il est assez difficile de distinguer les fonctions folliculaires de celles des corps jaunes. Cependant certaines expériences autorisent à supposer que celles-ci agissent particulièrement sur le cycle œstrien, la grossesse, les caractères sexuels secondaires et la psychosexualité qui s'accomplissent dans l'appareil génital de la femelle entre le début d'un rut et le suivant. Le follicule de Graaf rompu et l'ovule expulsé, le corps jaune se développe et agit, d'une part, sur l'utérus pour préparer la nidation de l'œuf ou ovule fécondé, et de l'autre sur les glandes mammaires dont il excite le développement et la sécrétion. Mais, si l'ovule n'est pas fécondé, le corps jaune entre en régression et, par suite de la cessation de son activité, il se produit une chute partielle de la muqueuse utérine et des ruptures vasculaires qui constituent la *menstruation*. De cette série de modifications cycliques résultent, au moment de la nubilité, l'achèvement du développement des organes génitaux et l'apparition des caractères sexuels secondaires : seins, hanches, poils, adiposité, etc. La sécrétion interne des corps jaunes est une harmozone qui, comme la sécrétion interne du testicule, joint à ses propriétés morphogènes des propriétés psychosexuelles, puisque la destruction des corps jaunes supprime le rut.

A la sécrétion interne folliculaire paraît surtout appartenir l'action hormonique, qui se traduit par un accroissement des échanges gazeux et de l'élimination azotée, phosphatée et calcique et par son influence sur la thyroïde, attendu que l'administration d'extraits ovariens détermine l'hypertrophie de cette glande. Du liquide folliculaire injecté à des femelles déclenche cependant chez elles, comme l'extrait de corps jaune, le rut et l'hypertrophie des mamelles. Aussi, au point de vue physiologique, peut-on regarder les sécrétions internes de l'ovaire comme un tout complexe, à propriétés hormoniques et morphogènes, qui conditionne la morphologie de la femme, sa fonction essentielle et les traits principaux de son caractère.

CHAPITRE VII

FONCTIONS DE DÉFENSE

En commençant l'exposé des « fonctions du corps humain », nous avons comparé notre corps à une collectivité organisée, dans laquelle la division du travail est poussée aussi loin que dans les sociétés modernes. Or, dans ces sociétés, il existe des organes qui ont pour rôle de garantir la sécurité des citoyens, de maintenir l'ordre à l'intérieur et de protéger les frontières. De même, dans l'organisme, se sont peu à peu créées des fonctions qui ont pour mission de le protéger et de le défendre contre les risques qui résultent, non seulement de l'action de l'ambiance, mais aussi de la pénétration, dans son intimité, de corps étrangers bruts ou vivants. D'où la division de ces fonctions en : 1° défenses contre le chaud et le froid ; 2° défenses contre les blessures et la pénétration des corps étrangers ; 3° défenses contre les poisons ; 4° défenses contre les parasites ; 5° enfin défenses psychiques qui aident surtout à nous protéger contre les périls extérieurs.

DÉFENSES CONTRE LE CHAUD ET LE FROID

DÉFENSES EXTÉRIEURES. La principale défense extérieure contre le froid, défense d'ailleurs passive, est le tégument cutané. Chez les animaux à sang chaud, les poils ou les plumes constituent un revêtement presque imperméable au rayonnement et nous n'avons trouvé rien de mieux pour nous protéger contre le froid que les fourrures des mammifères. L'homme, étant un animal nu, est obligé de se couvrir de vêtements qui, faits de tissu plus ou moins poreux, emmagasinent une couche d'air, laquelle, mauvaise conductrice de la chaleur, nous protège aussi bien contre l'excès de chaleur que contre l'excès de froid. Il existe au surplus une autre protection naturelle contre le refroidissement, représentée par la couche adipeuse sous-cutanée. Chez l'homme, elle est très variable, pouvant manquer presque complètement (maigreur) ou être très abondante (obésité). Comme elle est également très mauvaise conductrice de la chaleur, elle ajoute sa protection à celle du revêtement cutané.

DÉFENSES INTERNES. Nous les connaissons déjà et savons qu'elles sont sous la dépendance de réflexes qui déterminent : contre la chaleur, la vasodilatation périphérique, la sudation et la diminution des combustions intra-organiques, et, contre le froid, la

vaso-constriction périphérique et l'augmentation des combustions. Mais un autre procédé de défense contre le froid met en œuvre la contraction musculaire, laquelle, on l'a vu, produit beaucoup de chaleur : c'est le *frisson*.

Exposé au froid, l'homme est pris d'un tremblement général et involontaire de tous les muscles, contractions rythmées se succédant à des intervalles réguliers, dont le point de départ est l'excitation de la peau par le froid. Ce tremblement général a donc pour résultat le réchauffement du corps. Toutefois le frisson réflexe est une défense de début ; elle peut ne pas suffire à protéger contre le refroidissement ; alors, la température du sang tombant peu à peu au-dessous de la normale, intervient un nouveau frisson, le frisson central, qui résulte de l'action du sang refroidi sur les centres de la thermogenèse. Ce dernier n'apparaît que lorsque la température du sang est descendue aux approches de 35° ; il est plus intense et plus prolongé et peut aboutir à des convulsions toniques.

DÉFENSES CONTRE LES TRAUMATISMES ET LES CORPS ÉTRANGERS

Nous avons ici à considérer, d'une part, la défense contre les traumatismes (choc, écrasement, rupture ou coupure, dilacération), qui affectent de préférence le tégument cutané et les organes sous-jacents, et, de l'autre, la défense contre la pénétration des corps étrangers dans nos cavités naturelles, principalement fosses nasales, larynx et poumons, pharynx, œsophage et estomac, yeux, etc.; il existe, en outre, contre les traumatismes, des défenses préventives de qualité psychique, dégoût, frayeur, douleur, etc., que nous étudierons à la fin de ce chapitre.

DÉFENSES CONTRE LES TRAUMATISMES

DÉFENSES EXTERNES. La peau, constituant l'enveloppe qui sépare le corps du milieu extérieur, est naturellement de tous nos organes le plus exposé aux contusions et aux plaies. Bien qu'elle ne soit pas protégée, comme celle des animaux, par une fourrure, un plumage ou une carapace, cependant elle offre aux effractions une très grande résistance en raison de sa structure. Cette résistance est telle que, à la suite de traumatismes graves, on voit des organes sous-jacents, comme le foie, écrasés ou dilacérés alors que la peau semble être demeurée à peu près intacte. De plus, la peau sèche protège contre les traumatismes d'origine électrique, car elle conduit très mal l'électricité, ce qui explique que les variations de la tension électrique de l'atmosphère ne se fassent que faiblement sentir en nous. Notons enfin que, si la peau protège l'ensemble du corps, les organes les plus importants sont à leur tour défendus, contre les chocs et les blessures, par certaines dispositions anatomiques. Ainsi la moelle épinière est logée dans une cavité osseuse aux parois solides, recouverte elle-même par d'épaisses masses musculaires ; de même le cerveau est protégé par la boîte cranienne ; l'œil par des défenses fixes (orbites) et mobiles (sourcils, paupières, cils) ; les artères par leurs tuniques élastiques et résistantes et la profondeur à laquelle elles sont placées ; les intestins par leur mobilité au milieu des membranes glissantes qui les enveloppent, etc.

DÉFENSES INTERNES. — Les défenses externes contre les traumatismes sont passives ; les défenses internes sont au contraire actives, c'est-à-dire qu'elles mettent en jeu l'activité fonctionnelle. Quand nous nous coupons avec un rasoir, la douleur, résultant de la lésion des cellules sensibles de la peau, déclenche aussitôt un réflexe qui éloigne automatiquement notre main de l'instrument tranchant, et ce réflexe opère comme s'il cherchait à protéger cette main contre une nouvelle coupure ; il exige, pour se produire, la mise en branle des centres sensitifs et moteurs et des muscles correspondants et constitue une défense immédiate, mais qui n'est pas la seule.

Quand on s'est coupé, le sang coule, mais non pas indéfiniment parce qu'il se coagule dès qu'il sort des vaisseaux. Nous connaissons le mécanisme de la coagulation du sang ; remarquons maintenant que cette coagulation est un procédé de défense de première importance, attendu que, si le sang ne se coagulait pas spontanément, il coulerait indéfiniment par la moindre écorchure et l'organisme, vidé de son sang, succomberait rapidement. Toutefois, quand une grosse artère est lésée et que, en raison de sa béance, le sang continue de couler trop abondamment pour se coaguler sur place, survient la *syncope*, qui est aussi un procédé de défense, car elle arrête ou ralentit considérablement les mouvements du cœur et la circulation et permet à la coagulation de s'opérer.

Revenons à notre coupure et supposons que, la peau et le rasoir étant propres, il n'y ait pas eu introduction de microbes dans la plaie, donc pas d'infection. Le caillot de coagulation empêche le sang de continuer à couler et pare ainsi au danger le plus immédiat. Mais la plaie demeure, constituant une brèche dans les défenses périphériques que représente la peau, brèche par laquelle des corps étrangers peuvent pénétrer dans le milieu intérieur. Il faut donc que cette brèche soit réparée par l'intervention d'un autre procédé, qui est la *cicatrisation*. Elle parcourt trois phases : dans la première, la coagulation du caillot fibrineux tend par sa rétraction à rapprocher les deux lèvres de la plaie et établit une charpente provisoire de réparation ; dans la seconde, les leucocytes et les cellules conjonctives consolident cette charpente ; enfin, dans la troisième, les cellules conjonctives et épithéliales prolifèrent et forment, entre les bords de la blessure, un tissu solide et résistant : la brèche est définitivement bouchée. Cette cicatrisation est dite par *première intention*. Elle laisse cependant une trace plus ou moins durable, la *cicatrice*, formée d'un

Fig. 75. — CLAUDE BERNARD DANS SON LABORATOIRE. ▱ Si la physiologie est aujourd'hui une science constituée, c'est grâce aux travaux de Claude Bernard (1813-1878). Le maître est représenté ici dans son petit laboratoire du Collège de France, où il fit ses immortelles découvertes, entouré de ses élèves qui sont devenus des maîtres à leur tour. Tableau de LHERMITTE. Sorbonne. (Cl. Hachette.)

tissu dense, fibreux, blanchâtre, parce que la vascularisation est réduite, et insensible parce que les éléments sensitifs de la peau détruite n'y ont pas été régénérés. Ce qui précède s'applique à toutes les réparations tissulaires, superficielles ou profondes, quand la plaie ne se trouve pas originellement infectée. Suivant l'étendue et la profondeur des lésions, la cicatrisation se fait plus ou moins vite. On admet cependant que la réparation s'opère avec une vitesse constante, du début à la fin, et que le temps nécessaire à la complète cicatrisation est proportionnel à la largeur maxima de la plaie.

DÉFENSES CONTRE LA PÉNÉTRATION DES CORPS ÉTRANGERS

Ici encore la peau joue un rôle très appréciable quand le corps étranger est aseptique, car le processus de cicatrisation suffit en général à l'éliminer. Si le corps est très petit, microscopique, comme les poudres colorantes, un autre procédé intervient ; les particules microscopiques sont, en effet, englobées par les leucocytes qui les transportent loin, ainsi qu'on l'a constaté dans le tatouage dont la matière colorante se retrouve dans les ganglions lymphatiques. Enfin s'il s'agit de corps volumineux aseptiques (grains de plomb par exemple), ayant pénétré dans la profondeur des tissus, la cicatrisation se produit comme dans les plaies superficielles, mais le tissu conjonctif entoure le corps étranger par le moyen de l'*enkystement*, grâce auquel celui-ci peut rester de longues années fixé sans déterminer d'autre réaction que la gêne résultant possiblement de sa présence.

DÉFENSES DES VOIES AÉRIENNES. Plusieurs réflexes sont organisés pour la protection des voies aériennes contre les corps étrangers qui peuvent y pénétrer. Ainsi, lorsqu'un moucheron pénètre dans les fosses nasales, qui représentent l'entrée réelle des voies respiratoires, il provoque une sensation spéciale, un chatouillement entraînant presque aussitôt l'*éternuement*. Celui-ci est un réflexe ayant pour point de départ la muqueuse nasale, pour centre la région respiratoire du bulbe et pour aboutissant les muscles expirateurs ; il consiste en une grande inspiration suivie d'une expiration brusque. L'air, introduit dans les poumons par l'inspiration, est chassé avec force par l'expiration involontaire et, contraint enfin de passer par les fosses nasales, rejette au dehors ce qui les gênait ou les obstruait. Il n'est d'ailleurs pas nécessaire qu'il s'agisse d'un corps étranger ; les mucosités, la lumière vive et toute irritation directe ou indirecte de la muqueuse pituitaire peuvent provoquer l'éternuement.

Si néanmoins le corps étranger a franchi cette première défense et arrive au larynx, il en rencontre une autre plus efficace encore. En effet, quand un objet quelconque, solide ou liquide, arrive au contact de la glotte, il se produit un arrêt brusque et total de la respiration qui empêche cet objet d'aller plus loin et de pénétrer dans le poumon. Mais l'irritation de la muqueuse glottique provoque également une expiration forte et irrésistible qui est la *toux*. La toux équivaut donc à un violent courant d'air qui balaie tout sur son passage et projette à l'extérieur les corps étrangers qu'il rencontre. C'est ce qui explique qu'une déglutition défectueuse, ayant amené quelques particules alimentaires au contact de la glotte, détermine un violent accès de toux et une crise de suffocation.

La sensibilité de la trachée et des bronches n'agit pas uniquement pour expulser les corps venus du dehors ; par le mécanisme de la toux, elle élimine les mucosités produites par les glandes bronchiques et les excrétions morbides résultant des infections pulmonaires. Ces divers déchets, repoussés par le courant d'air de la toux, arrivent jusqu'au confluent de l'arrière-gorge et sont expulsés par la bouche sous forme de *crachats*.

Contre les gaz toxiques, nous observons les mêmes procédés de défense. Aussi leur arrivée au contact des voies respiratoires antérieures entraîne-t-elle immédiatement l'arrêt de la respiration qui, pour ainsi dire, coupe court à l'aspiration d'une nouvelle quantité de gaz dangereux. Si pourtant l'arrêt de la respiration se prolongeait trop, la mort surviendrait nécessairement, mais, le plus ordinairement, la respiration reprenant au bout de peu de temps, les gaz peuvent finalement pénétrer dans la cavité pulmonaire et y déterminer des lésions graves.

DÉFENSES DES VOIES DIGESTIVES. Ces défenses sont plus difficiles à comprendre parce que les aliments, qui sont des corps étrangers au moment où on les avale, sont parfaitement tolérés tandis que les autres substances provoquent le réflexe de la nausée et du vomissement.

La première réaction contre la présence d'un corps quelconque dans la bouche est la salivation, qui, si le corps est soluble, facilite sa dissolution et l'appréciation de son goût. Ce sont là des défenses assez efficaces, car si le corps de mauvais goût est un poison, la salive le dilue, atténue ainsi son action nocive et, comme elle est sécrétée en d'autant plus grande abondance que la saveur est plus désagréable, on se trouve alors obligé de la cracher avec le poison. Mais il peut se faire qu'un corps solide soit entraîné par l'aspiration buccale jusqu'à l'arrière-gorge où il déclenche d'abord le réflexe de la déglutition, puis, s'il n'aboutit pas, le spasme du pharynx, la nausée et le vomissement. Pourquoi ce changement? Il tient à ce qu'une excitation légère de l'isthme pharyngien amène la déglutition, tandis qu'une excitation forte et prolongée entraîne l'effort d'expulsion.

A ces défenses des voies digestives supérieures s'en ajoute une autre. Quand des corps étrangers ont réussi à pénétrer dans l'estomac et ne peuvent ni se ramollir ni franchir le pylore, ils sont finalement expulsés au dehors par le *vomissement*. Le phénomène du vomisse-

ment s'opère en deux temps ; dans le premier, le diaphragme et les muscles des parois abdominales se contractent, augmentant la pression intra-abdominale ; dans le second, le pylore se ferme et le cardia s'ouvre et, en même temps que la glotte se clôt et que le voile du palais se relève, l'effort de vomissement, basé sur l'immobilisation du thorax par la contraction des muscles inspirateurs, rejette au dehors le contenu de l'estomac. C'est ce qui arrive par exemple dans l'*indigestion* ; les aliments ingérés, étant trop abondants ou trop indigestes, agissent et se comportent en corps étrangers et sont expulsés.

DÉFENSES OCULAIRES. L'œil doit être protégé contre toute espèce de traumatisme en raison de l'importance de l'intégrité de l'appareil visuel. Cette protection est assurée, extérieurement, par les sourcils, qui empêchent la sueur de couler dans les yeux, par les cils, qui les défendent contre les poussières, et par les paupières, qui se ferment automatiquement dès que quelque chose semble menacer l'œil. Mais la muqueuse oculaire elle-même se défend : aussitôt qu'un corps étranger, si petit qu'il soit, vient à son contact, on ressent une vive douleur et on éprouve de l'aversion pour la lumière (photophobie), du larmoiement, de la congestion et du clignement. Or la douleur a pour effet de rendre intolérable la présence du corps étranger et d'inciter à s'en débarrasser ; la photophobie est la conséquence de celle-ci ; de même que la congestion, elle force à éviter de nouvelles excitations et à clore les paupières ; la sécrétion abondante des larmes facilite l'expulsion du corps étranger, qui peut être entraîné par le flux liquide ; celui-ci lave l'œil et le protège contre une irritation trop forte ; enfin le clignement soustrait l'œil à l'introduction possible d'un nouveau corps étranger et contribue à rejeter au dehors celui qui déjà irrite la muqueuse. C'est grâce à tous ces moyens que nos yeux, malgré leur situation exposée, réussissent à se protéger et à conserver leur limpidité, leur mobilité et leur précision.

DÉFENSES CONTRE LES POISONS

On peut définir le poison une substance chimique qui altère, d'une manière définitive ou temporaire, les propriétés du protoplasma vivant. Le type des poisons définitifs est le bichlorure de mercure ou sublimé, qui coagule l'albumine, donc tue le protoplasma ; le type des poisons temporaires est le chloroforme ou l'éther qui inhibe momentanément les propriétés de ce protoplasma. Nous n'avons à parler ici que de quelques moyens naturels de défense que nous possédons contre eux.

Deux sortes de poisons nous menacent : ceux qui proviennent de l'extérieur et ceux que nous fabriquons nous-mêmes.

DÉFENSES CONTRE LES POISONS EXTÉRIEURS. Il n'y a pas de poisons solides insolubles ; un corps ne peut être toxique que s'il est gazeux ou liquide ou solubilisé. Les poisons gazeux ne peuvent nous nuire que par les voies aériennes, et nous avons indiqué les protections dont nous disposons à cet égard. Occupons-nous selement des poisons liquides ou solubilisés.

Ces poisons ne nous atteignent guère que par la voie digestive, car la peau offre un obstacle presque absolu à la pénétration des liquides ; elle n'offre pas la même résistance à la pénétration des substances volatiles, mais cette pénétration est toujours assez faible et les accidents causés par l'oxyde de carbone et les émanations pestilentielles résultent d'absorption respiratoire bien plus que d'absorption cutanée.

Les poisons que nous avalons, soit avec les aliments, soit par inadvertance, déterminent d'abord des réactions de défense analogues à celles que provoquent les corps étrangers : répulsion et dégoût, car ces corps ont souvent une odeur désagréable et presque toujours une saveur amère ou âcre ; salivation abondante qui dilue le poison et force à en cracher une partie ; nausées et vomissements. Cependant le poison liquide ingéré parvient presque toujours dans l'estomac, et c'est alors de l'irritation de la muqueuse gastrique que part le réflexe du vomissement. Toutes les intoxications, qu'elles soient ou non d'origine alimentaire, provoquent le vomissement : intoxications gazeuses et métalliques, urémie, ipéca, apomorphine. Il y a donc un vomissement d'origine centrale ou bulbaire, se reproduisant sans que l'estomac soit aucunement touché.

De même que le spasme pharyngien ne s'oppose pas toujours au passage du poison de la bouche dans l'estomac, ainsi le spasme pylorique ne s'oppose pas non plus au passage du poison soluble de l'estomac dans le duodénum. Alors entre en jeu un processus défensif spécial, la *diarrhée*. En effet, l'excitation de la muqueuse intestinale par le corps irritant détermine une sécrétion abondante des glandes muqueuses qui a pour résultat d'abord de diluer le poison, puis de provoquer des contractions péristaltiques qui rejettent le tout à l'extérieur par une purgation naturelle. Presque tous les poisons minéraux sont à la fois, à doses suffisantes, des vomitifs et des purgatifs, double action qui garantit leur élimination aussi rapide que possible. Cependant tous les poisons n'agissent pas par le même mécanisme. Certains, comme l'huile de ricin, irritent la muqueuse et la font beaucoup sécréter ; d'autres, comme les sulfates de soude ou de magnésie, semblent, en raison de leur pouvoir osmotique, attirer l'eau du sang dans l'intestin ; les derniers enfin agissent indirectement par la voie centrale pour provoquer la diarrhée : tel est le cas des toxines cholériques.

Contre la présence des corps étrangers, l'intestin réagit également par la diarrhée. Or les microbes, qui existent en grand nombre dans toute la longueur du tube

intestinal, se comportent comme des corps étrangers, puisqu'ils résistent en partie à nos sucs digestifs. En outre, ils excrètent des poisons ou *toxines* et sont la cause des fermentations intestinales secondaires, dont les produits nocifs jouissent de propriétés irritantes ; d'où la diarrhée des infections, qui constitue un procédé de défense puisqu'elle entraîne l'élimination des toxines et de leurs microbes producteurs.

Il existe enfin un dernier moyen de protection contre les poisons minéraux et surtout végétaux, c'est l'*accoutumance*, appelée encore *mithridatisme*, en souvenir de la légende qui voulait que Mithridate, roi du Pont, se fût rendu insensible aux poisons à force d'en faire lui-même usage. On arrive ainsi, en effet, comme le prouve l'exemple des morphinomanes qui peuvent tolérer quotidiennement des doses mortelles pour des personnes qui n'auraient pas l'habitude de ce poison, à résister à certains toxiques. Notons toutefois qu'une telle accoutumance ne se réalise pas sans les risques les plus sérieux.

DÉFENSES CONTRE LES POISONS INTÉRIEURS. L'organisme fabrique des substances de déchets qui sont toxiques, et dont il doit de toute nécessité se débarrasser. Il existe donc tout un ensemble de fonctions, étudiées précédemment, qui se chargent d'éliminer ces déchets à l'extérieur. C'est là un procédé de défense efficace contre le danger de l'accumulation de ces poisons. Nous devons à présent prendre en considération un fait très important : certains déchets de fonctionnement sont beaucoup plus toxiques au moment où ils se produisent dans les tissus que ceux qui sont en réalité éliminés par les poumons, la peau et les reins. Par suite, il faut que les déchets cellulaires toxiques subissent, en cours de route, une importante atténuation, et ce rôle de transformateur de poisons appartient d'abord au foie, puis à quelques glandes endocrines.

FONCTION ANTITOXIQUE DU FOIE. — Cette fonction s'exprime sous une double forme : formation et élimination de la bile, destruction des poisons. Mais le rôle de la bile comme éliminatrice de poisons est plus important que son rôle digestif, et c'est pourquoi il faut dès maintenant parler de la fonction antitoxique du foie. Celle-ci est facilement mise en évidence par la comparaison de la toxicité du sang de la veine porte et de la veine sus-hépatique, celle du premier étant le double de celle du second. Si, d'autre part, on pratique chez un chien l'opération qui consiste à aboucher directement la veine porte dans la veine cave, donc à empêcher le sang de la première de passer par le foie, on voit l'animal succomber en quelques jours à une intoxication, qui ne peut être attribuée qu'au défaut d'intervention du foie. Par conséquent, le foie arrête et modifie tous les poisons qui lui sont apportés par la voie digestive. C'est ainsi qu'il retient, de préférence à tout autre tissu, les poisons minéraux, arsenic, plomb, mercure, et atténue la toxicité des poisons végétaux, morphine, cocaïne, atropine, strychnine, etc. Voilà pourquoi il est parfois nécessaire, quand on veut obtenir une action immédiate et énergique, d'introduire ces poisons, qui sont aussi des médicaments, non par la bouche, mais par la voie hypodermique. Nous ignorons le mécanisme qui préside à la destruction ou, du moins, à l'atténuation de la toxicité. La seule chose à noter est le parallélisme qui paraît exister entre l'activité glycogénique du foie et sa fonction antitoxique.

FONCTION ANTITOXIQUE DES GLANDES ENDOCRINES. Le foie n'exerce son action protectrice qu'à l'encontre des poisons introduits dans l'organisme par la voie digestive. Contre les poisons issus des organes eux-mêmes, muscles, viscères, système nerveux, ce sont certaines glandes endocrines qui semblent assurer le rôle protecteur. Nous avons déjà vu que l'appareil thyro-parathyroïdien et les glandes surrénales possèdent un pouvoir antitoxique que met en évidence l'ablation totale de ces glandes. D'autres glandes du même genre, le thymus, l'hypophyse, peut-être aussi la rate jouent probablement le même rôle. Mais nous ne savons pas quel poison tissulaire particulier chacune de ces glandes modifie. En raison de la spécificité remarquable des sécrétions endocrines, il paraît très probable que chaque glande, élaborant des produits qui lui sont propres, doit également modifier certains déchets particuliers et non d'autres. Pour le moment, nous nous bornons à constater le pouvoir antitoxique et protecteur de ces glandes sans être encore à même de l'expliquer.

DÉFENSES CONTRE LES PARASITES

L'homme est exposé à une foule de dangers, dont les plus graves proviennent des parasites et surtout des microbes, car ceux-ci existent partout et sont invisibles. C'est l'immortelle gloire de Pasteur d'avoir démontré que ces microbes sont à l'origine de presque toutes les maladies et que, si nous ne disposions pas contre eux de moyens naturels et efficaces de défense, il y a longtemps que l'homme et les animaux auraient disparu de la surface de la terre, tués par les infiniment petits.

Il est remarquable que les microbes, qui pullulent autour de nous dans l'air, l'eau, les aliments, le sol, et qu'on découvre par millions à la surface de notre peau et dans nos cavités naturelles, ne se rencontrent pas, chez l'homme sain, à l'intérieur du sac clos de l'organisme ; un fragment de tissu profond, prélevé dans des conditions d'asepsie parfaite et conservé en milieu stérile, ne donne, en effet, jamais de cultures microbiennes. Puisqu'il en est ainsi, il faut qu'il existe, contre la pénétration des microbes, des défenses extérieures qui suffisent en général à nous garer des invasions microbiennes.

DÉFENSES EXTÉRIEURES. La principale de ces défenses est toujours la peau, qui, grâce à la

solidité de ses assises, résiste à toute pénétration microbienne. Pour qu'une infection se fasse par cette voie, il faut que l'épithélium ait été au préalable lésé ou enlevé ; sur une peau intacte, aucun microbe n'a de prise. La résistance des muqueuses des cavités naturelles est moindre, parce que l'épaisseur de leur épithélium est très minime, mais d'autres moyens se substituent à leur faiblesse. Dans les narines et les voies aériennes supérieures, ce sont d'abord les sécrétions muqueuses qui englobent les microbes qu'expulsent l'éternuement et l'action de se moucher. Les poils, en outre, interviennent en arrêtant en partie les poussières et les germes qui nous arrivent avec l'air que nous inspirons. Enfin les cellules superficielles de la trachée et des grosses bronches sont munies de nombreux cils vibratiles qui retiennent les particules solides ayant pu échapper aux dispositions protectrices des fosses nasales et du larynx, et si bien que l'air que nous expirons est pur et ne renferme pas de microbes. Au surplus, trachée, bronches et vésicules pulmonaires se défendent encore par leurs sécrétions muqueuses, dont le produit est expulsé par la toux.

Les défenses des voies digestives ne sont pas moins actives. D'abord la sécrétion salivaire est légèrement antiseptique par la petite quantité de sulfocyanate de potassium qu'elle renferme. Peut-être les amygdales, composées de tissu lymphoïde, représentent-elles aussi un appareil défensif capable d'arrêter quelque temps l'invasion des microbes. Au reste, la véritable défense des voies digestives semble résider dans l'estomac, dont le milieu acide est défavorable à certains microorganismes. Aussi la flore microbienne gastrique est-elle moins riche que celle de l'intestin. Les microbes qui ont échappé à l'action destructive du suc gastrique passent ainsi dans l'intestin où ils se multiplient, encore que gênés par l'action antiseptique de la bile, à laquelle s'ajoutent du reste celles des sécrétions muqueuses et de la diarrhée. Notons, en effet, que si les bactéries, entourées d'une cuticule de nature cellulosique, résistent en majorité au pouvoir destructeur des sucs digestifs, elles sont par ailleurs empêchées de pénétrer dans le milieu intérieur par l'imperméabilité de la muqueuse aux plus petites particules solides, mortes ou vivantes.

Quant à la cavité vaginale, elle est en partie protégée par la nature de ses sécrétions ; le pouvoir défensif de celles-ci paraît augmenter au moment des règles et surtout de l'accouchement, qui expose particulièrement cette muqueuse aux effractions.

DÉFENSES INTERNES. Beaucoup de microbes vivent à la surface de notre peau et dans les cavités extérieures naturelles de l'organisme, sans y déterminer aucun trouble. On appelle ces microbes *saprophytes*, ce qui veut dire plantes de la putréfaction. Ce sont des microbes auxquels l'organisme s'est adapté par une longue lutte et qu'il a rendus inoffensifs pour lui. Tels sont, en effet, les microbes de la putréfaction

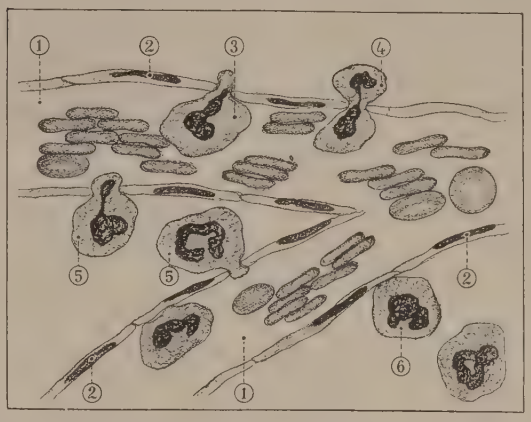


Fig. 76. — DIAPÉDÈSE OU PASSAGE DES GLOBULES BLANCS A TRAVERS LES PAROIS DES CAPILLAIRES
1. *Capillaire.* — 2. *Noyau des cellules endothéliales du capillaire.* — 3. *Leucocyte commençant à passer entre les interstices des cellules endothéliales.* — 4. *Leucocyte passant (en sablier).* — 5. *Leucocyte achevant de sortir.* — 6. *Leucocyte sorti du capillaire.* (Moreaux, del.)

qui ne peuvent se développer en nous qu'après la mort. A côté de ces microbes, il en est d'autres qui déterminent en nous des troubles locaux et généraux, constituant les maladies infectieuses, et qu'on appelle pour cette raison *pathogènes*. Mais pour qu'il en soit ainsi, deux conditions sont nécessaires. Il faut d'abord qu'il y ait une effraction, si minime qu'elle soit, de la peau ou des muqueuses, par laquelle le microbe puisse pénétrer dans le milieu intérieur. En second lieu, il faut que la constitution physico-chimique de ce milieu soit favorable au développement du microbe. De même que la mauvaise graine ne peut germer que si elle est tombée sur une terre qui lui convient, ainsi le microbe pathogène, qui est la graine, ne peut proliférer que s'il rencontre un terrain organique approprié. Aussi voit-on un saprophyte devenir pathogène chez un individu, qui, jusque-là vigoureux, a senti sa résistance faiblir et son terrain se modifier à la suite d'une fatigue, de l'humidité et du froid, des privations, d'un choc émotionnel violent. C'est ce second cas, celui où un microbe pathogène ou devenu pathogène pénètre dans le milieu intérieur, que nous allons examiner. Ce microbe, en effet, va immédiatement se heurter à des défenses, que l'on divise en cellulaires et humorales.

DÉFENSES CELLULAIRES ET PHAGOCYTOSE. Imaginons que, grâce à une effraction de la peau, des microbes pathogènes aient provoqué la formation d'un furoncle par exemple. Que s'est-il passé?

Les microbes qui ont pénétré sous la peau continuent de vivre et, continuant de vivre, ils assimilent en donnant des toxines, qui diffusent dans le milieu intérieur et dont le premier effet est d'amener la dilatation des capillaires : d'où la rougeur. Dans les capillaires dilatés, le sang circule moins vite, mais en plus grande quantité, et il amène avec lui des leucocytes qui, au voisinage du

point d'effraction, s'arrêtent et s'accumulent pour deux raisons : parce que le cours du sang est ralenti et surtout parce que les toxines exercent sur eux une action directrice, ici attractive (chimiotaxie positive). Par suite de cette attraction, les leucocytes franchissent (on dit : par diapédèse) la mince paroi des capillaires et se dirigent vers les microbes sécréteurs des toxines (fig. 76). Or les leucocytes ont la propriété d'englober dans leur masse vivante les corps solides qu'ils rencontrent. Trouvant sur leur chemin les microbes, ils les englobent et les détruisent par digestion intracellulaire et c'est pourquoi on les appelle *phagocytes* ou cellules mangeuses (fig. 77). Mais l'action chimiotactique des toxines diffusées au premier stade de l'infection et répandues par le sang s'est naturellement fait sentir très loin et a donc attiré un grand nombre de phagocytes, de sorte que, au bout de peu de temps, les microbes ont été englobés et tués et l'infection se trouve tarie. Les toxines n'étant plus sécrétées, les capillaires reprennent leurs dimensions, la rougeur disparaît de même que la tuméfaction et la douleur, provoquée par l'excitation des filets nerveux sensitifs, cesse. Quant aux leucocytes qui sont intervenus pour arrêter l'invasion microbienne, presque tous meurent, parce que les microbes retiennent dans leur protoplasma des *endotoxines*, beaucoup plus toxiques que celles qu'ils sécrètent à l'extérieur et qui sont dites toxines ordinaires ou *exotoxines*. Au moment où le microbe est détruit par les sucs digestifs des phagocytes, les endotoxines sont libérées et elles empoisonnent leur hôte. Les cadavres des phagocytes ainsi tués constituent le *pus*, qui doit être rejeté au dehors, soit naturellement, soit par évacuation artificielle. Tel est, brièvement exposé, le mécanisme par lequel les phagocytes défendent l'organisme contre les pénétrations microbiennes.

Beaucoup de cas sont plus compliqués que celui qui vient d'être étudié. La défense leucocytaire peut, en effet, se montrer insuffisante, soit que le terrain n'offre pas grande résistance, soit que l'espèce microbienne en jeu soit très virulente ; en cette dernière occurrence, il peut se faire d'ailleurs que la chimiotaxie soit négative et que les toxines repoussent les phagocytes au lieu de les attirer. Alors les ganglions lymphatiques, le sang sont envahis ; l'infection se généralise et l'organisme est empoisonné : il s'agit d'une véritable maladie.

Ajoutons quelques remarques. En premier lieu, la propriété phagocytaire des globules blancs ne s'exerce pas uniquement contre les microbes ; elle s'exerce également contre tous les corps étrangers, même inanimés, qui pénètrent dans l'organisme. Si l'on injecte sous la peau une goutte d'encre de Chine stérile, les particules charbonneuses sont englobées et entraînées jusque dans les ganglions par les leucocytes, mais il ne se forme pas de pus parce que le charbon n'est pas soluble, ni donc toxique.

En second lieu, cette défense n'est pas exclusivement le propre des globules blancs du sang ; d'autres cellules, celles de l'endothélium vasculaire, du tissu conjonctif, etc., peuvent aussi la réaliser. Mais il semble que ces cellules, comme d'ailleurs les gros leucocytes mononucléaires, soient réservées à la destruction des éléments tissulaires vieillis et dégénérés ; c'est pourquoi on les appelle quelquefois *macrophages*, par opposition aux *microphages*, qui sont les leucocytes ordinaires. Les macrophages exercent donc, à leur manière, une fonction défensive ou protectrice en débarrassant l'organisme de cellules usées qui ne peuvent que gêner son fonctionnement régulier.

DÉFENSES HUMORALES ET IMMUNITÉ.

Quand, après celle de la peau et des muqueuses, la défense leucocytaire fléchit, une ultime défense entre en jeu pour s'opposer à la pénétration microbienne : c'est la défense humorale.

L'homme est réfractaire à l'action d'un grand nombre de microbes, les saprophytes ; dès que ceux-ci pénètrent dans le milieu intérieur, ils sont détruits. Cet état réfractaire constitue l'*immunité innée*. D'autre part, lorsque nous avons contracté une maladie bactérienne et que nous en avons guéri, nous nous trouvons, au moins pendant un certain temps, réfractaires au microbe spécial de cette maladie ; nous sommes momentanément immunisés contre celle-ci, nous ne pouvons plus l'attraper. Il est évident que le processus de cette immunité acquise est le même que celui de l'immunité innée.

Il faut faire ici entrer en jeu l'accoutumance ou habitude, qui se ramène à une aptitude, créée et maintenue par l'usage, de nos humeurs et de nos cellules à digérer les corps étrangers (toxines et microbes) qui pénètrent dans le milieu intérieur. L'organisme est habitué, depuis un temps immémorial, à détruire les saprophytes, parce que ce sont les microbes qu'il rencontre constamment, et c'est pourquoi il est réfractaire à leur invasion. Il ne se comporte pas de même à l'égard des autres microbes qui sont pathogènes, précisément parce que, les rencontrant moins souvent, nous ne sommes pas accoutumés à lutter contre eux. Il faut par conséquent que l'organisme fasse un effort pour maintenir constante la composition de ce milieu intérieur, et cet effort constitue la *maladie*.

Nos humeurs et spécialement le sérum sanguin disposent de deux moyens de défense contre les parasites microbiens : la *floculation* ou *précipitation*, qui s'exerce contre les corps étrangers liquides, comme les toxines, et la *lyse* ou *solubilisation*, qui s'exerce contre les corps étrangers solides, comme les microbes. Le sérum humain est naturellement bactériolytique pour les saprophytes et floculant pour leurs toxines ; mais il l'est beaucoup moins à l'égard des microbes pathogènes. Quand ces derniers, à la suite des circonstances étudiées plus haut, envahissent l'organisme, non seulement ils provoquent l'afflux des phagocytes, mais encore ils troublent l'équilibre colloïdal des humeurs, qui réagissent par les deux procédés de la floculation et de la lyse, la floculation, qu'on appelle *agglutination* quand il s'agit de microbes,

précédant toujours plus ou moins la lyse. Toutefois, ni la floculation ni la lyse ne se produisent immédiatement, parce que nos humeurs doivent adapter leurs réactions aux microbes pathogènes considérés. Tous les microbes, en effet, ne sécrètent pas les mêmes toxines, ni n'offrent les mêmes résistances. Par suite, pendant une première période de la maladie, dite *période d'incubation*, les microbes continuent à pulluler et à sécréter leurs toxines, tandis que l'organisme prépare ses défenses communes et spécifiques ; les premières s'expriment notamment par la fièvre qui, augmentant les combustions intra-organiques, favorise la destruction des toxines floculées ; les seconds par la mise en jeu d'une réaction colloïdale rigoureusement appropriée aux microbes envahisseurs.

Survient alors la *période d'état* : les toxines en tout cas et parfois les microbes ont envahi l'organisme, et les défenses, tant leucocytaires qu'humorales, ont de leur côté atteint leur maximum. C'est le moment où les signes de la maladie s'accusent le plus nettement. Mais ce conflit ne saurait se prolonger bien longtemps ; il faut que l'organisme ou le microbe cède. Si c'est l'organisme, dont les défenses n'ont pas été suffisantes ou se sont épuisées, c'est la mort ; si c'est le microbe, c'est la guérison, annoncée par une crise (sueurs, défervescence, diurèse abondante) et suivie d'une convalescence pendant laquelle l'organisme répare ses pertes et récupère peu à peu l'état normal.

Mais cet état normal n'est cependant pas tout à fait le même qu'auparavant. Cellules et humeurs de l'organisme guéri se sont adaptées à lutter contre un microbe déterminé, et cet état d'adaptation est l'immunité acquise. Elle consiste en ceci que, si un microbe identique à celui qui a été vaincu se présente pour envahir l'organisme, immédiatement et sans période préparatoire, les défenses voulues entrent en ligne pour l'arrêter et le détruire ; il ne saurait donc de nouveau déclencher la maladie. Mais, d'une part, cette immunité acquise est de durée très variable : très longue pour les oreillons, la variole, la fièvre typhoïde, elle est courte pour la diphtérie et la grippe ; de l'autre, elle ne s'applique qu'aux seuls microbes dont on a triomphé ; elle ne protège aucunement contre d'autres microbes, même voisins, parce que l'organisme a organisé sa défense humorale spécifique contre un microbe donné et non un autre. Une atteinte de fièvre typhoïde ne protège pas plus contre les microbes de la diarrhée bacillaire ou du choléra qu'une atteinte de varicelle contre la variole.

En résumé, l'immunité n'exprime pas autre chose que le maintien à peu près égal de la composition du milieu intérieur, par suite d'une habitude héréditaire ou acquise à floculer ou à lyser, en un mot à digérer, tels ou tels corps étrangers ayant réussi à franchir les frontières de l'organisme [1].

1. Toute cette question de la défense contre l'infection et de l'immunité sera traitée plus en détail dans le chapitre qui concerne les *Réactions de l'organisme contre les agents de maladie*.

Fig. 77. — ENGLOBEMENT D'UNE BACTÉRIE PAR UN LEUCOCYTE ✎ 1. *Le leucocyte s'approche de la bactérie.* — 2. *L'englobement commence.* — 3. *Le leucocyte s'allonge pour pouvoir englober complètement la bactérie.* — 4. *L'englobement est terminé et la digestion de la bactérie est en train.* (Moreaux, del.)

DÉFENSES PSYCHIQUES

Dans tous les procédés de défense contre les traumatismes et les ennemis, qui, à chaque instant, nous menacent, le système nerveux joue un rôle très important. Dans le tremblement et le frisson, l'éternuement et la toux, le vomissement et la diarrhée, la vaso-constriction et la vaso-dilatation, les sécrétions protectrices, la multiplication des leucocytes, etc., son intervention est nécessaire et se produit automatiquement ; mais il ne s'agit là que de réflexes auxquels la conscience ne participe que secondairement. Nous constatons que nous frissonnons ou que nous vomissons, que nous avons de la fièvre ou que nous fabriquons du pus, sans plus. Il est d'autres réflexes d'ordre psychique et toujours conscients, dont quelques-uns sont accessibles à la volonté et à l'éducation et qui constituent des moyens de défense généraux d'une grande efficacité. Il convient donc d'en dire quelques mots.

LA PEUR, LE DÉGOUT, ET LE VERTIGE. ✎ ✎ Parmi les objets qui nous entourent, les uns nous attirent, les autres nous répugnent. A la vérité, nous pouvons avoir un sentiment d'attraction pour des objets dangereux ; mais, le plus ordinairement, par suite d'une longue hérédité, nous avons appris à nous en méfier et nous les fuyons. Ce sentiment de répulsion s'exprime par la peur, dont le dégoût et le vertige ne sont que des modalités.

La peur est une émotion pénible, angoissante, que provoque en nous l'inconnu, c'est-à-dire quelque chose dont nous n'avons pas l'habitude, et elle s'aggrave du fait qu'il y a surprise. Nous pouvons nous prémunir contre un danger inconnu, mais quelles précautions prendre contre ce qui se dévoile à nous inopinément inquiétant? La réaction à la peur est de deux sortes :

ou bien la panique et la fuite, ou bien l'immobilité, la sidération, la syncope. La première exalte nos moyens de défense moteurs ; elle nous met à l'abri : « on court, on vole, on a des ailes » ; elle est donc plus sûre que la seconde qui les inhibe au contraire ; celle-ci est pourtant utile aussi, car en simulant la mort elle peut mettre à l'abri d'une agression. C'est l'hérédité qui transforme la peur en un instinct protecteur. Si l'on introduit un serpent dans la cage d'un jeune singe qui cependant n'en a jamais vu, celui-ci manifeste aussitôt une extrême frayeur. Nous-mêmes, en présence d'une bête dangereuse, obéissons à ce sentiment que les craintes ancestrales ont organisé en nous.

Dans le dégoût, il y a de la peur, mais aussi parfois une sorte d'impression nauséeuse ; cette dernière est surtout provoquée par les matières en putréfaction, les déjections, toutes choses contre lesquelles nous sommes prémunis par un instinct assez sûr, mais non infaillible pourtant, comme on s'en aperçoit chez les petits enfants. L'éducation a part à cette défense et la vue, l'odorat contribuent à la rendre plus efficace.

Quant au vertige, il représente une forme de la peur sidérante ; au lieu de porter à fuir, il immobilise et avec raison, car le vertige se produit dans une situation périlleuse, au bord d'un abîme, au haut d'un édifice, en un endroit où un faux pas pourrait précipiter dans le vide et entraîner la mort. C'est cette immobilisation qui nous sauve ; elle nous protège contre nous-mêmes ; elle permet la reprise de l'assiette ou la venue d'une aide.

LA DOULEUR. De toutes les défenses psychiques, la douleur est sans doute la plus efficace parce qu'elle est éducative et partant préventive. Il y a plusieurs expèces de douleurs, mais, ne pouvant être appréciées que subjectivement, il est difficile de les définir et de les classer. Dans tous les cas, leur origine est la même : une excitation violente et destructive des terminaisons nerveuses sensitives. A ces excitations, la peau est naturellement la plus exposée, mais l'irritation de tous les filets sensitifs des autres organes est également capable de provoquer la douleur.

Trois sortes de manifestations la décèlent : des manifestations musculaires, mimique faciale, gestes, cris, attitudes ; des manifestations circulatoires et sécrétoires, pâleur, rougeur, variation du rythme cardiaque, larmes, sueurs, troubles de la sécrétion urinaire ; des manifestations générales d'ordre nerveux, tremblement, fièvre, convulsions, délire. Considérons le visage d'une personne qui souffre : les traits sont tirés, les commissures des lèvres s'affaissent, les extrémités externes des sourcils s'abaissent tandis que les extrémités internes s'élèvent et se rapprochent, produisant autour du nez et au front des rides caractéristiques, les yeux se rapetissent. Si la douleur est extrêmement vive, les traits sont convulsés, les yeux grands ouverts, les dents serrées grincent, les narines palpitent, les cheveux se hérissent et toute la physionomie trahit l'angoisse et la terreur.

Quelle est la signification de ces signes? Une défense préventive. Voyez le petit enfant. Vous avez beau l'avertir ; il faut qu'il se brûle, qu'il se pique, qu'il se coupe pour se méfier du feu et manier avec prudence les aiguilles et les couteaux. C'est qu'il garde le souvenir de la douleur éprouvée, qui, enregistrée dans sa mémoire et revivifiée quand des circonstances analogues se présentent, lui apprend à se garer. On s'en aperçoit en regardant les malades qui ont perdu le sens thermique, au cours de certaines paralysies, par exemple. S'ils ne se surveillent pas attentivement en profitant de l'expérience acquise, ils risquent à tout instant les plus graves brûlures. Au surplus, n'est-ce pas la douleur qui incite à se soigner? Appellerait-on le médecin ou le chirurgien si on ne souffrait pas? Les douleurs morales ont un rôle tout semblable : elles nous apprennent à résister à nos impulsions. Même quand elles résultent d'événements indépendants de notre volonté, elles enseignent la modération et la sagesse. Sans la douleur, l'homme aurait-il survécu aux luttes terribles qu'il a dû soutenir pour se perpétuer et affirmer sa puissance? Tous les efforts qu'il a faits, au cours de son histoire tourmentée, n'ont-ils pas eu précisément pour but d'atténuer les souffrances de la faim, du froid, de la solitude et de la maladie? Nous sommes en vérité les enfants de la douleur.

CHAPITRE VIII

FONCTIONS DE REPRODUCTION

La reproduction est la conséquence immédiate de l'assimilation, qui rend les matières étrangères de l'ambiance identiques à la matière vivante qui assimile. S'il était possible qu'un organisme très simple continuât d'assimiler, il réaliserait peu à peu un *gain d'espace* croissant et finirait par recouvrir d'un manteau vivant la surface de la terre. Mais les conditions qui ont présidé à l'apparition de la matière vivante ne le permettent pas et, quand cette matière a acquis une certaine masse, elle est obligée, pour continuer de subsister, de se diviser en deux et ainsi de suite : c'est la forme élémentaire de la reproduction. Cependant, chez l'être pluricellulaire dans lequel les produits des divisions successives restent accolés au lieu de se séparer, la différenciation intervient qui aboutit à la formation d'éléments, dits *gamètes* ou cellules germinales, seuls

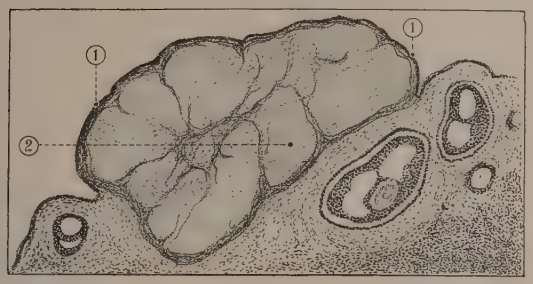


Fig. 78. — CORPS JAUNE ▫ 1. *Surface de l'ovaire.* — 2. *Corps jaune.* (Moreaux, del.)

destinés à assurer la reproduction et à donner un organisme semblable à celui dont ils proviennent.

La différenciation des gamètes entraîne d'importantes conséquences, et d'abord la constitution d'organes spéciaux pour les élaborer. Mais ici apparaît une nouvelle complication. Les gamètes ne sont plus tous semblables et, de ce chef, acquièrent des propriétés distinctes : les uns sont des cellules volumineuses et immobiles, les autres des cellules très petites, mobiles et munies d'un cil vibratile. En outre, ni le gros ni le petit gamète n'est apte à reproduire, à lui seul, l'être dont il provient ; il faut que les deux se fusionnent pour pouvoir ensuite se diviser et reconstituer un organisme semblable à celui qui les a produits. Par suite, les organes qui portent chacun d'eux sont différents : ceux qui portent les gros gamètes immobiles sont dits organes *femelles*, et ceux qui portent les petits gamètes mobiles, organes *mâles*. Comme le gamète mobile doit aller à la recherche du gamète immobile pour se conjuguer avec lui, il faut que les organes femelles soient disposés de manière à recevoir les gamètes mâles. C'est le cas de l'homme en particulier, où les individus porteurs de gamètes femelles sont différents des individus porteurs de gamètes mâles et où, par conséquent, les sexes sont séparés et doivent se joindre et se pénétrer pour assurer la reproduction.

LES ÉLÉMENTS REPRODUCTEURS ET LEUR CONDUCTION

ÉLÉMENTS FEMELLES

L'OVULATION. ▫▫ L'*ovule* ou gamète femelle (fig. 79) dérive de l'épithélium germinatif de l'ovaire, où il se développe dans la vésicule de De Graaf et mûrit au moment de la nubilité. L'ovule mûr, devenu apte à attirer le gamète mâle et à être fécondé par lui, est une cellule de 1 à 2 dixièmes de millimètre, présentant une membrane d'enveloppe ou *chorion*, un protoplasma granuleux ou *vitellus*, un noyau ou *vésicule germinative* et un nucléole ou *tache germinative*. La maturation de l'ovule entraîne la transformation de la vésicule en ovisac qui se remplit de liquide et fait saillie à la surface de l'ovaire devenu turgescent. Sous ces influences, le pôle supérieur externe de l'ovisac se rompt et son contenu s'échappe, entraînant l'ovule : telle est l'*ovulation* ou ponte de l'ovule. C'est la cicatrice laissée par la rupture de l'ovisac qui, chargée de lipoïdes et de pigment (lutéine), donne naissance au corps jaune (fig. 78).

CONDUCTION DE L'OVULE. ▫▫ Dans les conditions physiologiques, l'ovule, expulsé de l'ovaire, tombe dans la trompe de Fallope ou oviducte, dont le pavillon vient embrasser la presque totalité de l'ovaire ; l'ovule qui y est tombé, grâce aux cils vibratiles de l'épithélium de l'oviducte, dont le mouvement est dirigé vers l'utérus, parcourt ce canal, arrive à l'orifice utérin, puis dans la cavité utérine, où il opère sa nidation s'il est fécondé, et d'où, à défaut de fécondation, il est rejeté probablement avec les produits de la menstruation.

MENSTRUATION. ▫▫ Tous les mois lunaires environ, la femme normale et non enceinte est sujette, par la voie vaginale, à de petites hémorragies qu'on appelle *règles* à cause de la régularité de leur rythme. Cette perte de sang est précédée et accompagnée souvent de divers phénomènes, douleurs lombaires et utérines, troubles de la sensibilité, changement d'humeur, qui témoignent des réactions de la congestion pelvienne sur la moelle et le mésocéphale ; ces phénomènes disparaissent aussitôt que les règles sont établies ou ont cessé et peuvent d'ailleurs rester très légers. La réaction se manifeste parfois, chez les femmes dont les règles sont supprimées, par des hémorragies périodiques substitutives, saignement de nez surtout et aussi crachement de sang et hémorragie intestinale.

L'écoulement menstruel dure en moyenne quatre jours, mais il y a des femmes qui « voient » à peine et d'autres dont les règles se prolongent plus d'une semaine ; on évalue la quantité de sang perdu à 50 ou 60 grammes par jour ; il est mélangé, au début et à la fin, de mucosités et de débris épithéliaux provenant de la desquamation de l'utérus et du vagin. Les règles n'apparaissent, en France, que vers quatorze ou quinze ans dans la région du Nord, un ou deux ans plus tôt dans la région du Sud ;

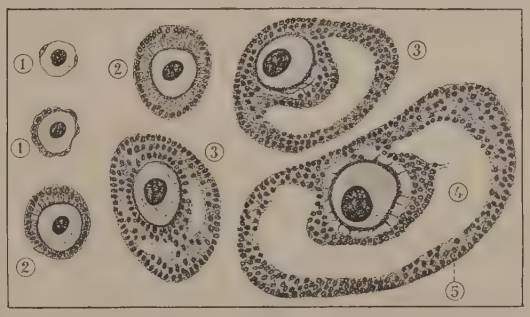


Fig. 79. — OVULES ET OVISACS ▫ 1. *Ovule avec la première couche de cellules folliculaires.* — 2. *Ovule entouré de plusieurs couches de cellules folliculaires.* — 3. *Ovisac dans lequel apparaît le liquide folliculaire.* — 4. *Le liquide folliculaire s'accumule entre l'épithélium périovulaire et l'épithélium folliculaire de l'ovisac,* 5. (Moreaux, del.)

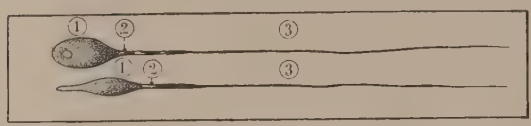


Fig. 80. — SPERMATOZOIDES ▫ 1. *Tête.* — 2. *Segment intermédiaire.* — 3. *Queue.* (Moreaux, del., d'après Retzius.)

elles marquent la nubilité ou *puberté* et durent sans interruption, sauf le cas de grossesse, jusqu'à quarante-cinq ou cinquante ans (retour d'âge ou ménopause), époque à laquelle les ovaires cessent de fonctionner. Leur durée répond donc à la période d'activité génitale de la femme.

A quelle cause est due l'hémorragie menstruelle et quels sont ses rapports avec l'ovulation? Après la découverte de l'ovulation, on a cru que la menstruation coïncidait avec la ponte ovulaire et en était un effet. Mais les recherches récentes ne permettent plus d'accepter cette relation. Le cycle œstrien, dont il a été parlé précédemment, est périodique et entraîne, si l'œuf n'est pas fécondé et logé dans l'utérus, une chute partielle de la muqueuse utérine qui laisse à découvert le chorion et les muscles utérins, très richement vascularisés. Or, à ce moment et par suite de la maturation de l'ovule, toute la région est turgescente et les vaisseaux dilatés. Une hémorragie a lieu alors parce que, les modifications déterminées dans l'utérus pour préparer la nidation de l'œuf étant devenues inutiles par suite du défaut de fécondation, l'épithélium utérin modifié se détache, agissant sur les capillaires sous-jacents congestionnés et en amenant la rupture. C'est pourquoi la menstruation cesse quand l'œuf est logé et reparaît dès que, après l'accouchement, la cavité utérine est réparée. La menstruation est donc la conséquence de la non-nidation de l'œuf et se produit non pas en même temps que la ponte ovulaire, mais plusieurs jours après et sans avoir de rapport direct avec elle.

ÉLÉMENTS MALES

LE SPERMATOZOIDE. ▫▫ Le sperme est un liquide complexe dont l'élément fécondant est le spermatozoïde, cellule très différente de l'ovule au point de vue morphologique (fig. 80 et 81). Beaucoup plus petite, elle se compose d'une tête volumineuse ou noyau, d'une pièce intermédiaire qui n'est qu'un reste de protoplasma, et enfin d'une queue, formée par l'accolement de plusieurs longs cils vibratiles. Cette queue est mobile et fait progresser le spermatozoïde à peu près à la manière d'une anguille dans l'eau, avec une vitesse estimée à 3 millimètres par minute. La caractéristique de l'élément reproducteur mâle est donc la mobilité ; dès qu'elle s'arrête, le spermatozoïde cesse d'être fécondant. Quand celui-ci est maintenu dans des conditions favorables, il a la vie assez dure, car on a trouvé des spermatozoïdes vivants et agiles dans le canal déférent d'un taureau tué depuis six jours.

La libération des spermatozoïdes débute, chez l'homme, aux approches de la puberté dont elle est le signal ; elle est accompagnée de divers phénomènes, développement du pénis, des poils de la région pubienne, mue de la voix qui s'abaisse d'une octave, etc., et dure quasi sans interruption jusqu'à la vieillesse, soixante-dix ans et davantage. Sauf anomalie (hypertrophie de l'épiphyse), la libération des spermatozoïdes n'apparaît jamais chez le garçon avant douze ou treize ans ; elle est la condition de l'activité sexuelle de l'homme.

LE SPERME ET SA CONDUCTION. ▫▫ C'est seulement une fois sortis des canalicules testiculaires et parvenus dans l'épididyme que les spermatozoïdes deviennent libres, chacun nageant pour son compte. A partir de l'épididyme (fig. 82), les gamètes progressent en partie par leurs propres mouvements, traversent le canal déférent et rencontrent les produits des diverses glandes, qui diluent la masse épaisse des spermatozoïdes, et constituent finalement le *sperme*. Ces glandes sont : les glandes vésiculaires ou vésicules séminales, la prostate et les glandes de Cowper et de Littre.

Les vésicules séminales ne sont pas un réservoir de sperme, et c'est pourquoi il est préférable de les appeler glandes vésiculaires. Leurs cellules glandulaires sécrètent un liquide épais, de réaction neutre, renfermant environ 30 p. 100 de matières protéiques, et qui se déverse à la terminaison du canal déférent ; il s'y mêle aux spermatozoïdes lorsque ceux-ci arrivent au contact du liquide prostatique. La prostate en effet sécrète de son côté un liquide clair, limpide, très fluide et de réaction également neutre. Le mélange de ces deux liquides, vésiculaire et prostatique, avec la liqueur séminifère, explique l'aspect de colle que prend le sperme éjaculé ; l'excrétion de ces liquides se fait sous l'influence du système nerveux sympathique. Quant aux glandes de Cowper et de Littre, situées les premières derrière la saillie du bulbe urétral et les secondes dans la partie spongieuse de l'urètre, elles sécrètent un liquide clair et muqueux, un peu filant, qui est exprimé par la contraction des muscles du périnée au moment de l'érection. Aussi, quand une érection se

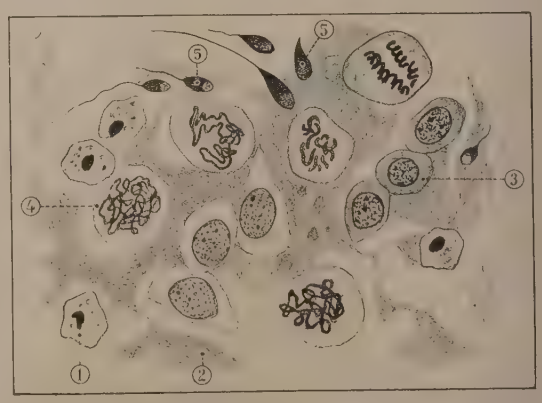


Fig. 81. — TUBE SÉMINIPARE ▫ 1. *Cellule de Sertoli.* — 2. *Spermatogonies.* — 3. *Spermatocytes.* — 4. *Spermatides.* — 5. *Spermatozoïdes.* (Moreaux, del., imité de Branca.)

prolonge, voit-on sourdre au méat urinaire une goutte de liquide lubrifiant qui est le produit de ces glandes et qui peut faciliter, le cas échéant, l'intromission du pénis.

C'est du mélange des spermatozoïdes et du produit de toutes ces glandes qu'est finalement constitué le sperme, liquide épais, blanchâtre, à odeur spéciale et à réaction alcaline ; il contient 90 p. 100 d'eau et 10 p. 100 de matières minérales et organiques.

PHÉNOMÈNES DE LA FÉCONDATION

FÉCONDATION PROPREMENT DITE. L'ovule est immobile et passif, le spermatozoïde mobile et actif ; pour que la fusion des deux gamètes se fasse, en quoi réside la fécondation, il faut que le spermatozoïde mûr aille à la recherche de l'ovule mûr et le rencontre. Porté dans le vagin, à proximité du col de l'utérus, il va cheminer, grâce aux mouvements de sa queue que conservent et même accroissent les sécrétions génitales normales de la femme, à travers l'utérus et l'une des trompes, jusqu'à ce qu'il trouve l'ovule. On admet que cette rencontre se fait dans la trompe au niveau de son pavillon. Cependant, si l'on remarque que l'ovule fécondé sécrète immédiatement des substances qui le rendent adhérent à la paroi sur laquelle il s'appuie, on est porté à croire que la fécondation a lieu souvent à proximité de l'utérus ou même dans l'utérus.

Quoi qu'il en soit, les spermatozoïdes se dirigent vers l'ovule mûr par un phénomène d'attraction réciproque, car, si le spermatozoïde est attiré, l'œuf lui-même manifeste une sorte d'attraction (fig. 83). En effet, dès qu'un spermatozoïde, devançant les autres, approche, la couche superficielle du protoplasma ovulaire se soulève en un petit cône, orienté vers le gamète mâle. Celui-ci, arrivé dans sa marche au sommet du cône, y engage sa tête, qui, par la rentrée simultanée du cône, se trouve englobée dans le vitellus, la queue désormais inutile se détachant et restant hors de l'œuf. La fécondation est accomplie ; à partir de ce moment, aucun autre spermatozoïde ne peut normalement pénétrer dans l'œuf. Cependant il y a des cas de gémellité où les jumeaux paraissent bien provenir d'un même œuf et par conséquent de sa fécondation par deux spermatozoïdes.

DÉTERMINATION DU SEXE. La pénétration de la tête du spermatozoïde et sa fusion avec le noyau de l'ovule sont suivies de toute une série de phénomènes : divisions successives de l'œuf dans l'utérus, formation des membranes à l'abri desquelles l'embryon se développe, etc. Un seul nous intéresse ici et qui est le suivant : ce n'est qu'à la fin de la troisième semaine après la fécondation que s'ébauchent les glandes génitales, testicules ou ovaires. On croyait donc que, jusqu'à ce moment, on peut influencer, dans un sens ou dans l'autre, la détermination du sexe de l'enfant à naître. Beaucoup de théories ont été imaginées pour expliquer le mécanisme

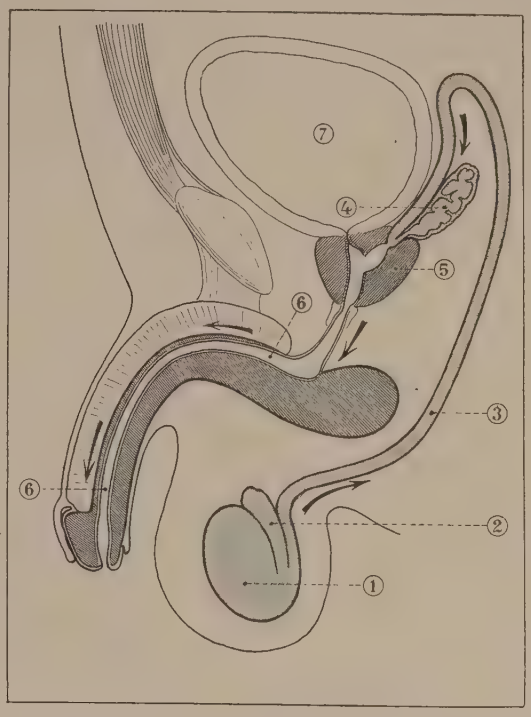


Fig. 82. — SCHÉMA DE LA CONDUCTION DU SPERME 1. *Testicule.* — 2. *Épididyme.* — 3. *Canal déférent.* — 4. *Vésicule séminale.* — 5. *Prostate.* — 6. *Canal de l'urètre.* — 7. *Vessie.* (Moreaux, del.)

de cette détermination. La plus connue est celle de Thury et de Dusing, d'après laquelle l'état de maturité des gamètes jouerait le rôle principal. Un vieil ovule fécondé par un jeune spermatozoïde donnerait un mâle, un jeune ovule fécondé par un vieux spermatozoïde une femelle : d'où l'idée populaire de la prédominance des filles quand le rapprochement a lieu avant les règles, et celle des garçons quand il a lieu après. Mais cette théorie, encore acceptée par beaucoup de personnes, est démentie par l'expérience. Des recherches récentes ont permis de concevoir une théorie beaucoup plus précise.

Dans les noyaux de toutes nos cellules existent un certain nombre de petits corps appelés *chromosomes* (fig. 84). Ce nombre est constant pour une espèce donnée, mais change avec les espèces : il est de vingt-quatre chez l'homme. Pendant leur évolution, les gamètes subissent une modification qui consiste en ceci que l'ovule mûr, au lieu de posséder vingt-quatre chromosomes, n'en possède plus que douze. La même réduction s'opère pendant la maturation du spermatozoïde. Mais voici le phénomène singulier : à la dernière division de la cellule qui va donner naissance au spermatozoïde mûr, un des chromosomes ne se divise pas, de sorte que, des deux spermatozoïdes issus d'elle, l'un a douze chromosomes et l'autre seulement onze. Or, la conjugaison du premier avec un ovule donne toujours une femelle et celle du second toujours un mâle. Par conséquent, le sexe

Fig. 83. — FÉCONDATION ▱ 1. *L'ovule.* — 2. *Premier fuseau de maturation.* — 3. *Formation du premier globule polaire et du cône d'attraction vers lequel se dirige le spermatozoïde.* — 4. *Formation du dernier globule polaire ; le spermatozoïde a pénétré dans l'ovule.* — 5. *Le petit noyau mâle et le gros noyau femelle marchent l'un vers l'autre.* — 6 et 7. *Les deux noyaux atteignent des dimensions voisines.* — 8. *Les chromatines nucléaires se disposent en cordons.* — 9. *La membrane nucléaire disparaît.* — 10. *Les cordons chromatiques se disposent en anses et se divisent.* — 11. *Premiers fuseaux de segmentation, aboutissant à la formation,* 12, *des deux premières cellules de l'embryon.* (Moreaux, del., d'après Sobotta, modifié.)

est déterminé par la nature du spermatozoïde, dès la fécondation, et rien ne peut plus ensuite le modifier, ni la nature des aliments, ni les circonstances ambiantes. Comme on le voit, c'est le jeu de pair ou impair, qui explique d'ailleurs pourquoi il n'y a, dans l'espèce humaine, qu'un très faible écart entre le nombre des mâles et celui des femelles. Dans tous les cas, le sexe se fixant à l'heure même de la fécondation, il est manifestement impossible d'établir, à l'avance, aucune précision sérieuse sur le sexe de l'enfant conçu.

CONDITIONS DE LA FÉCONDATION. ▱ ▱ Dans l'espèce humaine, la fécondation a lieu dans le corps de la femme. C'est l'union intime des deux sexes qui réalise la condition nécessaire. Le sperme, au cours de cette union (copulation) est projeté dans le conduit vaginal (éjaculation) et parfois même directement dans l'utérus. Quoi qu'il en soit, les spermatozoïdes gagnent la matrice et les trompes, et la fécondation, qui consiste essentiellement dans l'union de deux cellules, spermatozoïde et ovule, peut se produire dans ces différents organes. Peut-être même s'effectue-t-elle parfois à la surface de l'ovaire, comme le démontrent les cas de grossesse développée en dehors de la matrice (grossesse extra-utérine).

Pour favoriser cette union de l'homme et de la femme, une impulsion presque irrésistible pousse le mâle et la femelle à se joindre : cette impulsion est l'*instinct sexuel.*

La seule théorie explicative que l'on puisse prendre

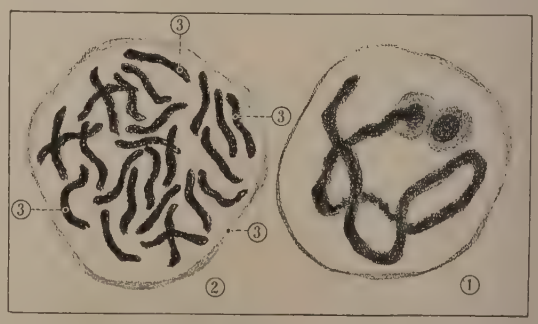


Fig. 84. — CHROMOSOMES ▱ 1. *Cordon nucléaire,.* — 2. *Segmentation du cordon nucléaire en chromosomes,* 3. (Moreaux, del.)

en considération est celle de Balbiani, qui admet que l'attraction manifestée l'un pour l'autre par le spermatozoïde et l'ovule mûrs s'étend à leurs porteurs réciproques, en raison des sécrétions internes des glandes génitales correspondantes, qui créent la psycho-sexualité. Cette hypothèse est passible d'objections, mais il n'en reste pas moins que l'instinct sexuel existe. Phénomène périodique chez les femelles d'animaux, il prend chez elles le nom de rut et celui-ci détermine celui du mâle. Chez la femme, la période de rut est beaucoup moins accusée, mais c'est un fait que son instinct sexuel est naturellement plus vif à certains moments, qui correspondent surtout à la période des règles.

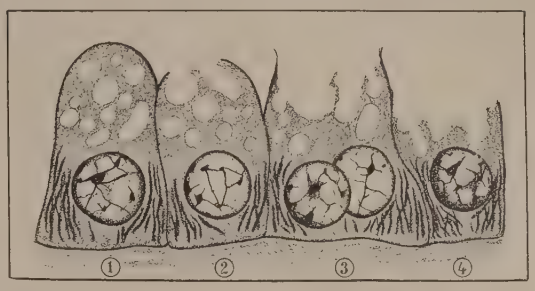


Fig. 85. — CELLULES DE LA GLANDE MAMMAIRE. 1. *Cellule au début de son activité sécrétoire.* — 2. *Cellule dans les vacuoles de laquelle s'accumule le beurre.* — 3. *Cellules dont la paroi distale s'est rompue pour laisser échapper le beurre.* — 4. *Cellule au terme de son activité.* (Moreaux, del.)

LA SÉCRÉTION LACTÉE

La sécrétion lactée est un phénomène essentiellement synergique (fig. 85). Chez le nouveau-né, on peut observer la production de quelques gouttes de lait ; c'est que, à ce moment, il y a congestion des organes génitaux. Une relation existe donc entre ceux-ci et la sécrétion lactée, mais, chez le garçon, les glandes mammaires s'atrophient définitivement, tandis que, chez la petite fille, elles persistent sans sécréter, tout en ne commençant à se développer qu'à la nubilité. Ce développement s'accuse considérablement pendant la seconde moitié de la grossesse ; c'est seulement deux ou trois jours après l'accouchement que la sécrétion lactée s'établit ; elle est précédée, avant la délivrance, par la sécrétion du *colostrum*, qui se rapproche du lait, mais n'a pas tout à fait la même composition : plus épais, plus jaune, à réaction alcaline, il renferme plus d'albumine et moins de caséine que le lait. L'hypertrophie des mamelles et la formation du lait se trouvent sous l'influence bien moins du système nerveux que des excitations d'origine endocrine. On a invoqué l'action du corps jaune pour expliquer l'hypertrophie des glandes et la sécrétion même du lait, car l'administration d'extraits ovariens peut quelquefois accroître les seins et augmenter la sécrétion lactée chez les nouvelles accouchées déficitaires à ce point de vue.

Le lait est un liquide opaque, d'une saveur sucrée, à odeur spéciale et présentant une réaction légèrement acide. Sa composition est variable, non seulement avec la nourrice et l'époque plus ou moins avancée de la lactation, mais encore suivant le moment de la journée, le début ou la fin d'une tétée. En moyenne, sa composition, chez la femme, est la suivante pour 100 : eau, 87 ; matières minérales, 1 ; sucre (lactose), 6 ; corps gras (beurre), 4 ; caséine et albumine, 2. Ses principes essentiels proviennent de l'activité des cellules glandulaires : le lactose se forme, par polymérisation avec perte d'eau, aux dépens du glucose du sang ; le beurre est issu en partie de la graisse circulante ou de réserve, mais l'exemple de la vache qui donne en un jour, dans son lait excrété plus de matières grasses que n'en renferment ses aliments, prouve que le beurre prend également naissance au détriment des hydrates de carbone ; enfin la caséine, qui n'existe pas dans le sang, paraît formée de toutes pièces par la cellule glandulaire au moyen des protéines du sang. La nature de l'alimentation modifie dans une certaine mesure la composition du lait. Il faut se rappeler de plus que les substances médicamenteuses et toxiques passent avec la plus grande facilité dans le lait. Ce passage peut avoir une utilité, car, en faisant prendre un médicament à la nourrice, on administre indirectement celui-ci au nourrisson à doses réfractées ; le plus souvent cependant il est dangereux, car le petit enfant peut être empoisonné par l'alcool, le mercure, l'arsenic, les alcaloïdes, dont use la femme qui allaite.

L'excrétion du lait augmente du début de la lactation jusqu'au sixième ou septième mois. De 50 grammes en moyenne le premier jour après l'accouchement, elle monte à 500 grammes dès le quatrième jour, à 1 000 grammes et davantage vers le sixième mois. Cette excrétion se fait sous une double influence : la succion du mamelon par l'enfant, car la pression atmosphérique s'exerçant sur le sein projette le lait dans le vide relatif créé dans la cavité buccale par la succion ; la bouche de l'enfant agit donc à la manière d'une pompe aspirante. En second lieu, la contraction des fibres musculaires lisses qui existent sous l'épithélium glandulaire, dans les canaux excréteurs et autour des canaux galactophores ; cette contraction, produite par l'excitation des nerfs sensibles du mamelon, pousse le lait et amène sa sortie, que facilite la compression du sein.

Le rôle du lait sera expliqué ailleurs. Il suffit maintenant de constater les relations qui mettent en étroite synergie, d'une part l'activité des glandes génitales, l'évolution du fœtus et l'accouchement et, d'autre part, la sécrétion et la composition d'un liquide destiné à pourvoir à tous les besoins nutritifs et énergétiques du jeune être.

CHAPITRE IX

ÉVOLUTION, DURÉE ET VALEUR DE LA VIE HUMAINE

La vie est un phénomène cyclique. Tous les êtres vivants naissent, se développent, deviennent adultes et se reproduisent, puis vieillissent et meurent. L'homme se comporte comme les autres animaux. Sa vie se déroule en étapes successives qui sont réglées par les conditions physiologiques et l'hérédité.

LES ÉTAPES DE LA VIE HUMAINE

L'enfant dès sa naissance est, de par l'hérédité, un homme, faible et incapable de continuer à vivre par lui-même, mais néanmoins un homme, qui, peu à peu, s'il est normalement constitué, va décrire une courbe régulière, dont la branche ascendante correspond à la *jeunesse*, le plateau à l'*âge adulte* et la branche descendante à la *vieillesse*, puis à la mort, qui ferme l'évolution que la naissance avait ouverte.

LA CROISSANCE. Ce stade est caractérisé par un bilan nutritif positif, c'est-à-dire que l'assimilation l'emporte sur la désassimilation et que par conséquent le corps gagne de l'espace dans les trois dimensions. Cette croissance, bien que n'étant point aussi régulière qu'on le suppose, obéit cependant à des lois.

La première est la *loi des progressions descendantes*, en vertu de laquelle plus un enfant avance en âge, moins il croît. La courbe des poids la vérifie particulièrement. De la naissance à six mois, l'enfant double de poids ; il faut attendre quinze mois pour que ce poids triple, trente-six mois pour qu'il quadruple. Les variations de la taille la vérifient également. Deux constatations sont utiles à retenir : à quinze ans (âge moyen de la puberté), le chiffre de l'âge, chez le garçon, est égal à celui de la taille mesurée en décimètres ; avant quinze ans, la taille avance sur l'âge et retarde après, sous l'influence des modifications introduites par l'entrée en jeu des sécrétions génitales.

D'après la seconde ou *loi des alternances*, les segments du corps et ceux des membres alternent dans leur croissance à des intervalles d'un semestre. Ainsi alterne la croissance du bras et de la cuisse, du segment thoracique et du segment abdominal, du bras et de l'avant-bras, etc. ; elle est une conséquence du balancement organique qui, par l'accumulation des déchets de fonctionnement, limite l'activité et la croissance d'un organe de manière à ne pas entraver le développement des autres.

La *loi des phases* n'est qu'un corollaire de la précédente. La croissance à l'état normal se fait par poussées successives, mais la succession de ces poussées suit un ordre régulier. Au premier grand maximum de croissance des quelques semaines après la naissance succède une phase de progression ralentie, d'abord assez marquée jusqu'à trois ans, puis de plus en plus faible de trois à neuf ou onze ans suivant le sexe ; survient alors, de onze à douze ans chez les garçons, de neuf à dix ans chez les filles (en France), une courte période d'arrêt ou premier minimum, faisant bientôt place, sous l'action des modifications pubérales, à un second maximum de progression, allant de treize à seize ans chez les garçons, de onze à quinze ans chez les filles. Enfin, quand la puberté est définitivement établie, la progression s'atténue de plus en plus et aboutit au second minimum terminal, le corps ayant achevé sa croissance. A quoi est due cette alternance de maxima et de minima ? Aux sécrétions internes (thymus, thyroïde, surrénales). En tout cas, il est manifeste que les sécrétions internes du testicule et de l'ovaire participent à la production du second maximum, qui manque, en effet, chez certains cryptorchides et les enfants castrés.

La *loi de dissociation* est relative à la croissance dans les trois dimensions, la taille exprimant la longueur, le poids, la largeur et l'épaisseur. D'une manière générale, la taille augmente plus durant le semestre chaud que durant le semestre froid ; c'est l'inverse pour le poids. Mais cette loi est sujette à des irrégularités ; la plus constante provient de la puberté, qui ralentit l'accroissement de la taille et augmente celui du poids. D'autres sont imputables à des circonstances occasionnelles : l'alitement, la station allongée favorisent la croissance en longueur ; la marche, la station debout, le port des fardeaux lui sont contraires ; les occupations peuvent donc modifier, dans une certaine mesure, la régularité du développement.

La dernière loi ou *loi des sexes* n'entre en jeu qu'à la période pubérale. Jusqu'à ce moment, le parallélisme du développement des garçons et des filles est quasi complet, sauf un léger écart continu (taille et poids) en faveur des premiers. A la puberté, un peu plus précoce chez elles, les filles l'emportent sur les garçons ; ceux-ci n'atteignent qu'un peu plus tard leur second maximum, mais alors ils dépassent de nouveau et définitivement l'autre sexe. Il est rare, après vingt-cinq ans, quel'homme grandisse, alors que la femme jusqu'à trente ans peut, sous l'influence de la grossesse, gagner un ou deux centimètres.

Evidemment, dans les rythmes divers que synthé-

tisent ces lois, l'hérédité et les dispositions acquises introduisent de nombreuses modifications. Les tares congénitales, la misère, certaines maladies, les insuffisances endocrines arrêtent la croissance ou en altèrent l'évolution ; au contraire, l'amélioration des conditions d'existence détermine parfois des poussées favorables, même aux phases de minimum.

En somme, la croissance est un phénomène extrêmement compliqué dont la régularité apparente est faite de nombreuses oscillations dans la durée des phases et le développement des divers segments anatomiques. Ces oscillations sont conditionnées, pour une petite part, par les circonstances extérieures (saisons, milieux, occupations), pour la plus grande, par les nécessités du balancement organique.

LA PUBERTÉ, L'ÉTAT ADULTE ET LE RETOUR D'AGE. La maturation des glandes sexuelles et la possibilité désormais acquise par l'individu de l'un ou l'autre sexe de se reproduire coupe la phase de croissance par la production d'une poussée, qui sera la dernière, et à la suite de laquelle le développement se ralentit beaucoup et s'arrête enfin définitivement. Il y a donc là une période de troubles qui est la puberté, caractérisée par l'apparition chez la jeune fille des premières règles et chez le garçon par celle des premières pollutions. Ces phénomènes ne se produisent pas inopinément ; ils sont précédés de modifications corporelles et psychiques : chez la jeune fille, accroissement des ovaires, des trompes, de l'utérus, du clitoris et des grandes lèvres, développement des seins et du bassin, apparition des poils au pubis et aux aisselles ; chez le garçon, accroissement de la verge, des testicules et de la prostate, élargissement du larynx, pilosité et parfois apparition des poils follets à la lèvre supérieure et au menton ; chez les deux sexes, pigmentation de la peau des régions génitales, transformation du caractère et de la mentalité, mais, tandis que la fille voit augmenter sa sensibilité et son émotivité et naître le sentiment de la pudeur, le garçon se montre moins impressionnable et moins impulsif ; tous deux, en outre, ressentent des aspirations vagues, un besoin confus de caresses et de rapprochement qui marque l'élaboration de leur psycho-sexualité. Tous ces phénomènes sont l'effet de la maturation des glandes sexuelles, qui, avant la première ponte ovulaire et la première émission de sperme, n'en travaillent pas moins en collaboration avec les sécrétions endocrines déjà actives à l'établissement de cet équilibre anatomique et fonctionnel qui constitue l'état adulte.

On a indiqué précédemment l'âge moyen de la puberté, mais diverses circonstances peuvent le modifier, surtout chez les filles. Ainsi les citadines sont en général réglées neuf à dix mois plus tôt que les campagnardes, les jeunes filles des classes pauvres plus tard que celles des classes riches, celles des races du Nord plus tard aussi que celles des races méridionales. Enfin l'hérédité paraît également jouer un rôle, car, dans certaines familles, on a signalé, soit une puberté très précoce suivie d'une ménopause tardive (cinquante-huit à soixante ans), soit une puberté tardive et une ménopause précoce (trente-huit à quarante-deux ans).

L'*état adulte* est la période de stabilité qui fait suite à la croissance ou jeunesse, stabilité d'ailleurs relative et sujette à des écarts assez importants. Elle dure en général de vingt et un ou vingt-deux ans à cinquante ou cinquante-cinq ans chez la femme, de vingt-cinq à soixante ans chez l'homme, et est surtout caractérisée par l'équilibre du bilan nutritif, autrement dit des dépenses et des recettes. S'il en est ainsi, c'est que, après la puberté, le corps a atteint la forme limite de l'espèce et que par conséquent les rapports réciproques des organes ne peuvent plus changer. Or, cette limite et ces rapports sont d'une manière générale conditionnés par le squelette et les tissus de soutien. Aussi, à l'état adulte, les os cessent-ils complètement de grandir ; d'autres tissus, comme les muscles, peuvent s'hypertrophier ou s'atrophier plus ou moins suivant qu'ils sont actifs ou non, mais cette modification ne change aucunement les rapports des organes. Au surplus, à partir de ce moment, beaucoup de cellules cessent de pouvoir se multiplier.

Cependant la forme limite de l'espèce étant atteinte à l'état adulte, la matière vivante de l'homme ne peut plus gagner d'espace que sous la forme de la descendance et par conséquent de la reproduction. L'état adulte est donc en outre caractérisé par l'activité sexuelle ; lorsque celle-ci cesse, l'état adulte disparaît pour faire place à la vieillesse.

Au moment où se tarissent les sécrétions génitales, des troubles apparaissent, analogues à ceux de la puberté, mais provoqués par une cause inverse ; ils sont maintenant la conséquence de l'arrêt des sécrétions, de la rupture d'équilibre qui s'ensuit et de l'organisation d'un nouvel équilibre. Ils constituent le *retour d'âge*, appelé *ménopause* chez la femme, et sont beaucoup plus marqués chez cette dernière que chez l'homme. Chez celui-ci, ils se montrent assez tardifs et c'est à peine si l'on signale une diminution de la force musculaire, de l'énergie volontaire, de la sensibilité, diminution qui paraît tenir moins à l'âge lui-même qu'à la suppression des hormones testiculaires, puisque l'administration de suc orchitique ou la greffe du testicule modifient quelquefois favorablement cet état. L'homme, en effet, peut conserver jusqu'à un âge avancé, soixante-cinq ans et plus, le pouvoir de rapprochement sexuel.

Chez la femme, on constate des désordres d'une plus grande ampleur. De même que la nubilité, la ménopause s'établit péniblement, précédée et accompagnée de troubles très divers, rougeur, vapeurs, oppression, malaises de toutes sortes, obésité, apparition des poils au visage, modifications du caractère dont l'impressionnabilité tantôt s'exaspère et tantôt s'atténue. Le signe fondamental est la suppression des règles, mais, longtemps encore après qu'elles ont cessé, les accidents du retour d'âge peuvent persister, tout en s'atténuant progressive-

ment. Bien que la femme conserve la possibilité des rapports sexuels, sa psycho-sexualité n'en est pas moins souvent atteinte. Aux approches de la ménopause, elle traverse souvent une période d'excitation sexuelle, suscitée bien plutôt par la pensée de sa prochaine déchéance que par un besoin physiologique réel, excitation plus ou moins suivie d'une complète indifférence. C'est pourquoi la ménopause représente parfois une période très critique. De même que chez la jeune fille à la nubilité, on voit éclore, chez la femme au retour d'âge et pour des raisons analogues, la tendance aux accidents névropathiques et mentaux. La fréquence relative de ces accidents, aux deux périodes où les fonctions génitales paraissent et disparaissent, souligne l'importance de ces fonctions et le retentissement qu'elles exercent sur la plus grande partie de l'existence de la femme.

LA VIEILLESSE ET LA MORT. La cessation des fonctions génitales est le signe avant-coureur de la vieillesse, du moins chez la femme, car, chez l'homme, elle peut s'extérioriser bien avant qu'il soit privé de sa puissance sexuelle. Mais la vieillesse en réalité est depuis longtemps en marche et, dès l'âge adulte, elle a commencé son travail de désorganisation. En quoi consiste-t-elle?

Toute cellule, tout organe qui fonctionne, laisse des déchets solubles et des déchets insolubles ; ces derniers se déposent à l'endroit où ils se forment : c'est leur accumulation dans les tissus qui détermine la *vieillesse*.

Examinons au microscope la coupe d'un muscle, d'une glande, d'une artère, provenant d'un enfant et d'un vieillard. Les différences sont frappantes : l'os du vieillard est beaucoup moins riche en cellules vivantes que celui de l'enfant ; ces cellules sont encroûtées et plongent dans une matière minérale bien plus compacte et abondante. D'où il résulte que l'os du vieillard est plus friable que celui de l'enfant et par conséquent plus difficilement réparable en cas de fracture. Des modifications du même ordre peuvent être observées dans tous les organes du vieillard ; ses artères se sclérosent, s'infiltrent de cholestérine et de matières minérales ; elles perdent ainsi leur élasticité, deviennent fragiles et peuvent se rompre. De même pour les glandes, qui deviennent insuffisantes et ne peuvent fournir des sécrétions assez abondantes ; de même enfin pour les muscles, dont la partie fibrillaire s'amoindrit tandis que croît la partie conjonctive. Voilà pourquoi la chair des animaux jeunes est plus tendre que celle des vieux animaux ; pourquoi aussi le visage des vieillards se creuse de rides, la peau, sous l'influence des contractions répétées des muscles sous-jacents, perdant sa souplesse ; pourquoi enfin les articulations s'ankylosent, la taille diminue et se voûte, les échanges nutritifs se ralentissent, l'acuité visuelle et auditive s'affaiblit. A ces diverses modifications, il faut reconnaître une même cause, l'accumulation des déchets insolubles de fonctionnement, qui gêne et petit à petit supprime l'activité des tissus ; à cette action, il convient d'ajouter celle des lésions traumatiques ou infectieuses, lesquelles ne se réparent que par la production d'un tissu de cicatrice, qui ne prend part ni au maintien de la constance de composition du milieu intérieur ni à la régulation organique. Cependant les déchets insolubles ont une utilité ; ils jouent, en effet, un rôle important, car, en imprégnant les tissus, ils servent de point d'appui (os) aux éléments contractiles ou muscles, de soutien et de protection aux différents organes (peau, viscères, système nerveux) et déterminent enfin la forme générale du corps. Mais à partir du moment où cette forme est atteinte, où toutes les fonctions sont entrées en jeu dans un harmonieux équilibre, leur utilité cesse ; ils s'accumulent alors sans profit dans les tissus qu'ils encombrent, entraînant les malaises et les infirmités de la vieillesse.

Puisque les déchets insolubles résultent du fonctionnement, plus ce fonctionnement est intense et prolongé, plus ces déchets s'accumulent et plus vite apparaissent les phénomènes de la vieillesse. Il y a donc une vieillesse *précoce*. La vieillesse est un phénomène naturel et inévitable comme la mort ; la vieillesse précoce est un état morbide ; elle résulte du surmenage provoqué par tous les excès de travail, ou de plaisir, ou découlant des maladies aiguës répétées et des maladies chroniques qui épuisent les procédés de défense. Aussi l'observe-t-on de préférence chez les habitants des villes où la vie est plus fiévreuse et plus tourmentée. L'artério-sclérose est normale chez un vieillard de soixante-dix ans ; elle est pathologique chez un homme de quarante ans, et quand on recherche la cause de cette sénilité prématurée, on trouve toujours soit le surmenage, soit certaines ifnections comme la syphilis. Cet homme de quarante ans est déjà un vieillard, et qui dit vieillesse précoce dit aussi mort précoce.

La *mort* est la conséquence de la vie ; c'est là un événement fatal, auquel aucun être, qu'il soit homme, bête ou plante, ne peut échapper. Le plus que nous puissions faire contre elle est d'en reculer quelque peu l'échéance. Elle présente néanmoins deux modalités : la *mort naturelle*, résultant de l'aggravation progressive des désordres qu'engendre la vieillesse, et la *mort accidentelle*. La première est très rare ; la seconde, au contraire, est habituelle ; presque toujours on meurt d'accident : traumatismes, empoisonnements, maladies. Dans tous les cas d'ailleurs, le mécanisme de la mort est le même.

Deux conditions sont nécessaires au maintien de notre existence : 1° le renouvellement du milieu intérieur, qui s'appauvrit en aliments et s'enrichit en déchets ; 2° la coordination des fonctions, une synergie telle que, toute modification, même localisée, affectant le milieu intérieur, détermine une réaction d'ensemble qui réussit à y parer.

Les fonctions de nutrition et d'élimination satisfont à la première ; les fonctions nerveuses et endocrines à la seconde. Par suite, l'altération profonde ou la suppression des fonctions chargées du renouvellement du milieu intérieur entraîne la mort, soit par asphyxie ou inani-

tion, soit par affections cardiaque ou circulatoire, soit enfin par troubles du foie et des reins. Beaucoup de poisons, de toxines bactériennes deviennent ainsi mortels quand ils altèrent d'une manière durable la composition du milieu intérieur ou s'attaquent aux organes qui sont chargés de la maintenir.

La rupture de la synergie nerveuse et de la régulation endocrine conduit aussi à la mort. L'ablation totale de l'appareil parathyro-thyroïdien est mortelle de même que la section du bulbe. Mais, si cette ablation a une issue fatale, c'est que la suppression de la sécrétion interne de ces glandes modifie la composition du milieu intérieur et entraîne l'intoxication à laquelle l'organisme succombe. De même, si la destruction du bulbe amène la mort foudroyante, c'est avant tout parce que cette destruction produit l'arrêt des mouvements respiratoires et cardiaques, autrement dit le non-renouvellement du milieu intérieur. En définitive, et qu'elle soit naturelle ou accidentelle, la mort apparaît toujours, directement ou indirectement, comme la conséquence d'une modification profonde et durable dans la composition du milieu intérieur.

La synergie nerveuse répond à l'unité *physiologique* du sujet, et, chez l'homme, à la formation et à la conservation de la personnalité, dont la mémoire consciente affirme, seule, la continuité. Aussi, quand cette synergie est rompue, y a-t-il perte de la conscience, de la personnalité, et, si cette rupture est définitive, mort *psychologique*. Celle-ci, à moins que l'individu ne soit foudroyé par une balle au cœur, un écrasement total, etc., précède toujours la mort physiologique ; elle signale et caractérise la période de l'*agonie*. Mais la mort psychologique n'entraîne pas nécessairement la mort immédiate de tous les éléments anatomiques. Si certains ont succombé au moment de la mort, d'autres continuent de vivre quelque temps, surtout parmi ceux qui sont moins étroitement liés à la coordination générale. Les cheveux, la barbe, les ongles poussent encore et nous avons vu que les gamètes vivent plusieurs jours après le décès de leur porteur. Cette survie partielle est courte, mais même quand elle a cessé à son tour, le cadavre, grâce à la présence des déchets solides de fonctionnement, squelette et tissus de soutien, garde pendant un temps variable l'aspect de l'être vivant, bien qu'il ne jouisse plus d'aucune des propriétés qui caractérisaient le défunt, et le cadavre apparaît comme la *pseudomorphose* de l'être qui a vécu et qui bientôt va se dissoudre et retourner à la matière brute.

DURÉE DE LA VIE HUMAINE

L'homme naît, grandit, puis décline et meurt. Quelle est la durée de cette évolution? A la vérité, nous sommes très mal fixés sur ce point, car il s'agit, en effet, bien moins de connaître la durée moyenne de notre existence, un peu plus longue chez la femme que chez l'homme, que d'établir les possibilités naturelles de la durée de la vie humaine.

On ne peut guère accorder créance à la Bible quand elle affirme que Mathusalem vécut jusqu'à l'âge de neuf cent soixante-neuf ans. Cependant, sans aller aussi loin, des missionnaires et des voyageurs ont rapporté quelques cas de longévité remarquable : cent vingt à cent trente ans, chez les Sémites et les Arabes, les Tamouls, les Chinois, les Malais, les Indiens d'Amérique et les Nègres ; mais ces cas restent suspects, attendu que, chez ces diverses races, il n'existe point de véritable état civil et que, par ailleurs, les vieillards ont une propension à se dire plus vieux qu'ils ne sont. On cite, il est vrai, l'empereur de Chine Kouang-Hi, qui mourut à cent dix-neuf ans, le prince autrichien Albert II qui décéda en 1358 à l'âge de cent dix ans et le russe Kniarzkoff décédé la même année à cent dix-neuf ans. Ce sont des faits exceptionnels et au surplus mal contrôlés. Moins rares s'attestent les centenaires, vivant jusqu'à cent un, cent deux, cent trois ans. Dans la population parisienne, de 1855 à 1866, on comptait un centenaire pour 10 000 habitants ; cette proportion, en 1911, avait légèrement baissé. Il en est ainsi du reste dans toutes les grandes villes. Dans les districts ruraux, la proportion des centenaires est plus élevée et elle peut y dépasser 1 pour 1 000 habitants. Emerson a même soutenu que, aux États-Unis, il y a en moyenne deux centenaires pour 100 nègres.

Ces données autorisent à conclure que la possibilité de la durée de la vie humaine atteint certainement cent ans. Au surplus, certains savants et notamment Flourens, se basant sur cette considération que la croissance et l'ossification sont terminées, chez l'homme, entre vingt et vingt-cinq ans et que la durée de l'existence est, chez les mammifères, environ cinq fois celle de leur croissance, supposent que la durée normale de notre vie devrait être de cent à cent vingt ans. En admettant cette hypothèse, d'ailleurs dépourvue de preuves certaines, il faudrait reconnaître que, à Paris, 9 999 personnes sur 10 000 meurent de mort accidentelle.

Notons ce fait que la longévité paraît parfois héréditaire. La plupart du temps, en effet, le centenaire appartient à une famille où l'on a l'habitude, pour ainsi dire, de vivre très vieux. Si la longévité est héréditaire, si elle se rencontre de préférence dans certaines familles, si les centenaires se groupent dans certaines régions, ne constituerait-elle pas un caractère ethnique, la propriété de certaines races? Les faits ne semblent pas confirmer cette opinion. On trouve des centenaires chez tous les peuples, dans tous les pays et à toutes les époques. Bien que nous ne puissions guère parler sûrement que des populations contemporaines civilisées, il ne paraît pas que les centenaires soient plus nombreux ici que là. Mais cette constatation en amène une autre, laquelle, dans une certaine mesure, tend à justifier les espérances de ceux pour qui la durée de la vie humaine doit un jour dépasser le siècle.

D'après les statistiques, la durée moyenne de la vie augmente lentement et d'une manière appréciable. Alors

que, en France, elle n'était que de vingt-neuf ans au XVIIIe siècle, elle atteignait, en 1911, quarante-sept ans et quarante-huit en 1921. En 1912, elle était d'ailleurs de cinquante ans en Angleterre, de cinquante et un en Suède et de cinquante-cinq aux États-Unis. Ainsi la durée de la vie paraît maintenant augmenter d'une année tous les dix ans. En supposant que cette progression continue et peut-être même s'accentue sous l'influence du perfectionnement de l'hygiène publique et privée, de la médecine préventive et de l'amélioration des conditions d'existence, il est facile de calculer que, dans cinq cents ou six cents ans, la durée moyenne de la vie approchera de bien près de cent ans. On pourrait même aller plus loin et imaginer que, dans quelques millénaires, l'homme atteindra l'âge légendaire des patriarches bibliques. Toutefois, si l'on s'en tient à ce que la physiologie nous enseigne, cette longévité paraît interdite à nos descendants. Nous avons des preuves que l'existence humaine peut parfois se prolonger pendant une centaine d'années au plus, mais rien ne permet de penser, en raison des conditions nécessaires au maintien de la vie, qu'un nombre appréciable d'hommes ou de femmes puisse jamais dépasser cette limite.

VALEUR DE LA VIE HUMAINE

L'homme est un producteur d'énergie ; il dégage de la chaleur et fournit du travail. Il est, de tous les animaux, celui dont le rendement s'affirme le plus élevé, parce que son labeur est continu, raisonné et adapté. Il a donc paru intéressant de mesurer son rendement moyen, suivant l'âge, le sexe et les occupations, et d'établir son équivalence en argent, de manière à déterminer la valeur économique de la vie humaine.

Le *rendement*, autrement dit le travail effectif fourni, dépend du métier ou de la profession et est par conséquent très variable. Le peintre, par exemple, ou l'électricien donne un travail extérieur à peine supérieur à la moitié de celui que rend un cultivateur, un mineur ou un forgeron. Mais le travail *extérieur*, mécaniquement mesurable, ne représente qu'une partie du travail total. Il y a, en effet, le travail *intérieur*, celui de la pensée, de l'intelligence, qui échappe jusqu'ici à nos tentatives de mesure. Nous sentons cependant qu'il est de beaucoup le plus important, puisque c'est grâce à lui que l'homme a inventé la machine, qui économise sa propre force et augmente indéfiniment son pouvoir de production, et créé toutes les œuvres de la mystique et de l'art qui émeuvent son cœur et délassent son esprit. C'est grâce au travail de la pensée qu'il a pu se dégager de l'animalité et utiliser à son profit les énergies de la nature.

Du point de vue de sa valeur économique, la vie humaine a été partagée en trois périodes.

D'abord l'enfance jusqu'à douze ou quatorze ans, pendant laquelle l'homme coûte plus qu'il ne rapporte. On estime que, à quatorze ans, un enfant a déjà coûté à ses parents et à la collectivité une somme de 10 000 à 15 000 francs-or ; toutefois, ce n'est pas là une dépense stérile, car on peut la comparer à celle de l'agriculteur qui perd quand il sème, mais récupère davantage quand il moissonne.

A partir de quinze ans, le rendement du travail devient positif et croît jusqu'à quarante ou quarante-cinq ans, puis reste en général stationnaire jusqu'à cinquante-cinq ans. Calculant les salaires moyens des ouvriers et les revenus moyens des professions libérales, un économiste américain, Fisher, déclare que la vie d'un adulte vaut 10 fois environ ce qu'il a coûté dans son enfance, soit 100 000 ou 200 000 francs-or, et parfois infiniment plus s'il s'agit d'un inventeur comme Jacquart ou d'un savant comme Pasteur. Pour la femme, surtout quand elle a des enfants, les chiffres sont à peine plus faibles, parce qu'il faut mettre en balance le potentiel de ses descendants et son propre travail.

Enfin, à partir de soixante à soixante-cinq ans, au plus tard, le travailleur manuel a un rendement négatif; il consomme sans produire, et ce qui le distingue de l'enfant, qui à la vérité coûte plus cher, c'est qu'il n'est plus appelé à fournir ultérieurement un travail compensateur. Il s'en faut cependant que, dans les professions intellectuelles, le rendement de l'homme après soixante-cinq ans devienne négatif : maints exemples témoignent du contraire.

Si l'on accepte les estimations précédentes, déduites de nombreuses enquêtes, il est possible de déterminer la valeur économique d'une population donnée d'après le nombre de ses enfants, de ses adultes et de ses vieillards, et cette valeur doit nécessairement tenir une grande place dans le décompte de sa richesse. Par conséquent, plus une population est nombreuse et laborieuse, plus elle est riche ; tout ce qui contribue à diminuer sa mortalité augmente donc sa fortune, tandis que tout ce qui affaiblit sa natalité la restreint ou la détruit.

QUATRIÈME PARTIE

COMMENT SE FORME LE CORPS HUMAIN (EMBRYOLOGIE)

PAR LE DOCTEUR DÉMELIN

Ex-professeur en chef à la Maternité de Paris, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine

PRÉLIMINAIRES. ⸗ L'EMBRYON. ⸗ LE FŒTUS.

PAR quel travail secret l'être humain se forme-t-il, depuis les premiers instants de son existence individuelle, jusqu'à l'heure de la naissance? Tel est le problème que se pose l'embryologie.

Afin d'éclairer la description, nous ferons quelques emprunts à l'histoire des autres espèces vivantes.

CHAPITRE I

PRÉLIMINAIRES

LE ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DE L'ŒUF

« TOUT ce qui vit provient d'un œuf. »

L'œuf de la femme est-il comparable à celui de la poule? De cet aliment familier, on connaît bien :

1° La coquille calcaire, doublée en dedans d'une mince pellicule ;

2° Son contenu, dont la partie principale est le *jaune*. Autour de celui-ci, le *blanc* se présente, à l'état frais, sous l'aspect d'une substance albumineuse, filante, un peu collante (colloïde), presque incolore. Au gros bout de l'œuf cuit dur, on constate, en le cassant, un espace non point vide, mais plein de gaz. C'est la *chambre à air*, preuve que l'embryon respire.

Puisque le jaune est le plus important, regardons-le de près, à l'un de ses *pôles*, — n'est-il pas, chez l'oiseau, rond comme le globe terrestre? Au pôle que nous avons sous les yeux, et à travers une membrane délicate qui l'empêche de couler, nous voyons (fig. 1) une tache, large à peine comme une lentille (de $0^m,004$), de teinte paille : c'est la *cicatricule*, vulgairement et plus exactement le *germe*, centre et point de départ de l'activité germinative, tout le reste de l'œuf ne servant que de provision alimentaire, utilisable jusqu'à l'heure où le poussin crèvera sa coquille.

Le jaune est fourni par un organe du ventre, l'*ovaire*. En « vidant » une poule, on peut voir plusieurs jaunes à la fois, les uns petits, les autres moyens ou gros. Leur ensemble est souvent désigné sous le nom de *grappe*. Lorsqu'un jaune a atteint les dimensions requises, il se détache de l'ovaire ; il tombe alors dans un conduit

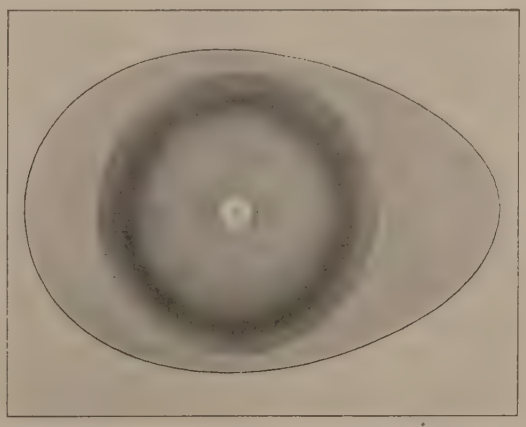


Fig. 1. — ŒUF DE POULE (coquille supposée transparente) ⸗ *Au centre :* le germe (ou cicatricule) vu en surface.

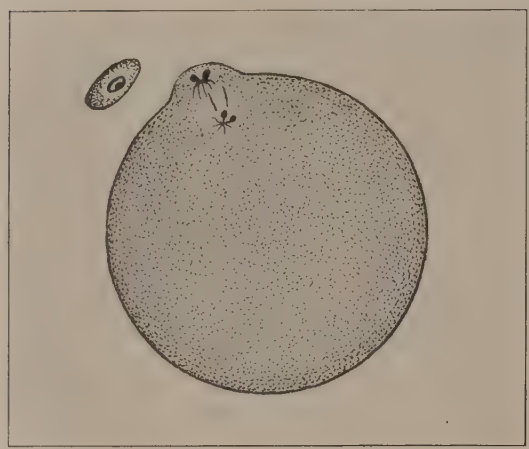


Fig. 2. — MATURATION DE L'OVOCYTE ✍ Le premier globule polaire est déjà expulsé; le deuxième n'est pas encore détaché. (D'après Mathias-Duval.)

assez long, *trompe* ou *oviducte*, qui fabrique et dispose autour de lui le blanc. L'*utérus* (réceptacle où aboutit la trompe) sécrète la coquille, dernier perfectionnement avant la ponte.

Maintenant, qu'est-ce qu'un œuf de femme?

Au moment où il vient d'être *fécondé*, l'œuf de la femme apparaît comme une boule ou *cellule*, de matière molle, à peine visible à l'œil nu. Cette boule *vivante* se compose de deux substances mélangées ensemble, ayant à peu près même nature chimique (albuminoïde), mais très différentes par leurs destinées : l'une principale (protoplasme) édifiera, *formera* l'embryon et ses annexes, douée par conséquent d'une vertu *formative*; l'autre (le vitellus), éparpillée (chez la femme) en fines gouttelettes au sein de la première, a pour fonctions de *nourrir* celle-ci pendant un court laps de temps.

L'œuf féminin, avec ses deux substances mélangées, est entouré d'une enveloppe (membrane vitelline) qui les contient.

Cet œuf (ou du moins son ébauche) est produit par l'ovaire. Quand il s'en détache, comme un fruit mûr se détache de l'arbre, il s'engage dans le canal de la trompe. Là, aussitôt après la fécondation, il se revêt d'une couche d'albumine, exactement comparable au blanc de l'œuf de gallinacé.

On voit dès à présent l'analogie et les différences des deux sortes d'œufs. De part et d'autre, il y a, comme élément essentiel, un jaune. Mais, chez la poule, le germe formatif (ou disque germinatif) est nettement séparé du vitellus nutritif, grosse masse jaune d'or, qu'il surmonte, comme une mouche sur une motte de beurre. Chez la femme, les deux substances formative et nutritive sont intimement mêlées, *pour le moment* du moins. Car nous verrons qu'à une certaine phase, l'œuf féminin isole un foyer de germination relégué au pôle supérieur et complètement distinct de l'*annexe* nutritive, plus volumineuse que lui. La ressemblance alors sera complète (dimensions et coquille mises à part). (Voir « Blastula », fig. 6.)

Tout autour du jaune, le manteau d'albumine (le blanc) se retrouve ici et là : seulement, chez la poule, il alimente le poussin jusqu'à l'éclosion, tandis que, dans notre espèce, il est déjà consommé quand l'œuf arrive à l'utérus.

Et la coquille calcaire? Eh bien ! elle est représentée chez la femme — d'une manière sommaire et inconstante il est vrai — par des grains crayeux saupoudrés à la surface utérine du placenta (voir plus loin, chapitre III), surface extérieure de l'œuf, et qu'on y peut voir et toucher au moment de la délivrance.

LA FÉCONDATION

Sous ce nom, l'on désigne la rencontre et l'union de deux corpuscules vivants, gamètes ou cellules sexuelles, capables d'engendrer un produit, l'embryon.

Toute cellule, sexuelle ou autre, augmente de volume en se nourrissant. A un certain degré, qu'elle ne dépasse point, elle se divise *spontanément* en deux fragments égaux (scissiparité) ou inégaux (gemmiparité ou bourgeonnement). Une *cellule mère* a engendré deux *cellules filles*. Tel est, dans son mode le plus simple, l'acte de la *reproduction*.

En ce cas, la division génératrice s'opère sans intervention extrinsèque, *sans fécondation*, actuelle ou récente ; elle est par conséquent *virginale* ou *parthénogénétique*. Seulement, dans ces conditions, elle ne se renouvelle qu'un petit nombre de fois, parce que chaque lignée cellulaire épuise vite son pouvoir de foisonnement

Fig. 3. — DIMENSIONS COMPARÉES DE L'OVULE MUR ET DU SPERMATOZOIDE ✍ L'ovule mûr a environ 180 millièmes de millimètre de diamètre, le spermatozoïde 50 millièmes de millimètre de longueur. (Imité de M.-Duval.)

(prolifération ou segmentation). Chez certaines espèces, néanmoins, le foisonnement parthénogénétique se poursuit jusqu'à l'organisation d'un être complexe : dans le monde des abeilles, ce sera le mâle ou bourdon, tandis que les ouvrières et la reine ne naissent jamais que d'œufs fécondés.

La cellule sexuelle de la femme (gamète femelle) ne se borne pas à grandir, pour gagner les attributs de la nubilité. Afin de se rendre digne des noces, elle devra faire toilette, se purifier, s'émonder d'une partie d'elle-même, par le procédé de la fragmentation virginale. Elle va donc bourgeonner, détacher un morceau de sa chair (fig. 2), véritable cellule fille (ou *premier globule polaire*); puis un second bourgeonnement a lieu (*deuxième globule polaire*) ; et alors tout est prêt pour recevoir l'époux. Si l'ovule (ovocyte mûr) en est privé, il meurt : ses deux essais de division l'ont épuisé. Pour lui rendre la force et prolonger sa vie, l'intervention du gamète mâle est indispensable.

Celui-ci (spermatozoïde) montre la structure et la mobilité d'un infusoire flagellé. Il est muni d'une *tête* (noyau de la cellule), longue et large de 5 millièmes de millimètre, et d'une queue qui frétille pour pousser la tête en avant, de même que la godille fait avancer la barque.

Si l'on rapproche, pour considérer leurs dimensions, un ovule mûr (de 180 millièmes de millimètre) et un spermatozoïde (de 50 millièmes de millimètre de longueur *totale*) (fig. 3), on voit que la tête de celui-ci, avec ses 5 millièmes de millimètre, ne tiendra guère de place dans l'intérieur de l'ovule ; précisément, la fécondation consiste en la pénétration, à travers l'enveloppe ovulaire, d'une tête de spermatozoïde, sans la queue, désormais inutile, et qui tombe aux déchets, amputée sur le seuil. L'entrée de la tête-noyau est facilitée par une *avance* (fig. 4) de l'ovule qui s'offre au fiancé, choisi entre plusieurs prétendants. Le noyau mâle chemine ensuite à l'intérieur de l'ovule, aborde le noyau féminin et se fusionne intimement avec lui.

Les épousailles s'accomplissent non loin de l'ovaire, dans la prochaine région de la trompe.

L'ovule est ainsi fécondé : il est alors parvenu à l'état d'*œuf*, c'est-à-dire qu'il a recouvré et considérablement accru son pouvoir de foisonnement : pouvoir que deux divisions parthénogénétiques avaient énervé, et qui, grâce au renfort masculin, prendra dorénavant un essor merveilleux. L'œuf en effet, d'abord cellule unique, avec son noyau hermaphrodite, androgyne, va foisonner, non seulement pour construire l'embryon-fœtus et ses annexes, mais aussi pour répondre ultérieurement aux besoins de la croissance chez l'enfant et l'adolescent, et, plus tard encore, à ceux de l'entretien, équilibré chez l'adulte, déficitaire chez le vieillard ; il ne s'arrêtera qu'à la mort.

En aviculture, un œuf *clair* est celui qui n'a pas été fécondé : il ne produira pas de poussin ; il ne représente qu'un ovule stérile, sans mériter vraiment le titre d'œuf.

Fig. 4. — LES DIFFÉRENTS STADES DE LA FÉCONDATION DE L'OVULE PAR LE SPERMATOZOIDE ø *En haut et à gauche :* Le spermatozoïde aborde l'ovule qui *avance* au-devant de lui (en haut et à gauche de l'ovule, les deux globules polaires). ø *En haut, à droite :* La tête du spermatozoïde a pénétré dans l'ovule; la queue du spermatozoïde, devenue inutile, s'est détachée. — *En bas, à gauche et à droite :* Deux phases de la pénétration de la tête du spermatozoïde, vers le noyau de l'ovule, avec lequel il se fusionne. (Moreaux, del., imité de Mathias-Duval.)

En pathologie humaine, l'œuf clair a une autre signification.

COUP D'ŒIL D'ENSEMBLE SUR LA VIE INTRA-UTÉRINE

Avant de naître, le produit de conception passe par deux stades successifs :

A. *La période embryonnaire* ;

B. *La période fœtale.*

Entre les deux, pas de limite brusque ; au contraire, une multitude de transitions nuancées et fondues. Dans ses œuvres, *la nature n'agit point par bonds*, en général. Si nous décrivons ici des tranches de vie rigoureusement découpées, c'est afin de fixer les idées et de faciliter la lecture des descriptions.

Or, l'embryon *se forme* et le fœtus *s'accroît*.

Aphorisme qu'il ne faut pas prendre non plus au pied de la lettre, car l'embryon grandit lui aussi ; surtout il bâtit, et avec tant de promptitude et de décision que, d'un jour à l'autre, il réalise un nouvel organe.

Partant d'une cellule unique (œuf ou ovule fécondé), il vise la *conformation de l'adulte* en passant par des phases intermédiaires : phases fœtale et infantile.

Le fœtus, et après lui l'enfant, ne sont que des diminutifs très ressemblants de l'adulte et dont la forme se résume en :

Un *tronc*, véritable coffre où s'enferme le tube digestif avec ses accessoires et dépendances ;

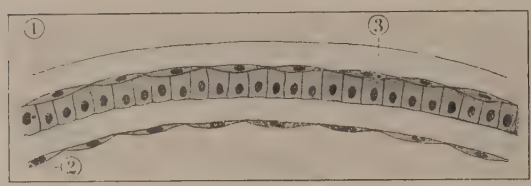


Fig. 5. — LES DEUX FEUILLETS PRIMORDIAUX DU DISQUE GERMINATIF OU AIRE GERMINATIVE ø 1. *Ectoderme.* — 2. *Endoderme.* — 3. *Reliquats du trophoblaste.* (D'après Tourneux.)

Puis, comme appendices du tronc, *une tête* (crâne et face) et *quatre membres*, déjà modelés en miniature sur le type fœtal d'après le dessin spécifique.

Le type fœtal se distingue du type infantile principalement par une série d'*annexes* (chorion, amnios, placenta, cordon, etc.) extérieures à ses contours, et dont il reçoit les substances nutritives et les matériaux de construction.

L'*œuf* humain garde l'état d'embryon pendant les deux premiers mois de la grossesse et, depuis le troisième mois jusqu'au jour de l'accouchement, le type fœtal; celui-ci se caractérise par :

1° Une *enveloppe* générale, membraneuse et mince sur une partie de son étendue (évoquant là le souvenir de la pellicule qui tapisse en dedans la coque des gallinacés) ; épaisse et charnue sur l'autre partie (ici véritable viscère, réservoir discoïde, gorgé de sang maternel, où plongent des racines fœtales, comparables à celles d'une plante aquatique ;

2° Un *contenu* qui n'est autre que le fœtus lui-même baigné dans une eau (liquide amniotique) protectrice et comblant tous les vides ;

Enfin, 3° un *cordon ombilical*, trait d'union entre le ventre du fœtus et la zone épaisse (placenta) de l'enveloppe (jadis, la chaîne attachait le prisonnier à la muraille de son cachot) ; au vrai, lien souple et bienfaisant en tant que voie de ravitaillement et d'échanges épuratoires.

Bref, pendant la vie intra-utérine, s'affirme l'importance des annexes, dont la précocité devance le développement de l'embryon. A la naissance, elles tombent au rebut, parce que les appareils intérieurs (de la digestion, de la respiration), inactifs jusqu'alors, se mettent à fonctionner et à les remplacer définitivement.

Quant à la configuration extérieure, l'embryon, par sa petitesse et ses contours à peine ébauchés, passe facilement inaperçu ou incompris, tandis que le fœtus a nettement la forme humaine et se fait reconnaître sans hésitation par le premier venu.

CHAPITRE II

L'EMBRYON

L'ŒUF, EN VOYAGE, FRAGMENTE SON CONTENU (PHASE DE LA MORULA).

La fécondation vient d'avoir lieu. La cellule unique qui, à elle seule, constitue tout l'œuf en cet instant, va devenir l'Ève d'une innombrable lignée.

Pour commencer, elle se divise en deux moitiés presque égales. Les deux cellules filles, au lieu de se séparer et de vivre indépendantes comme deux jumelles après la naissance, demeurent enfermées dans leur enveloppe commune.

La fragmentation se poursuit. Les deux filles, à leur tour, donnent chacune deux petites-filles ; celles-ci, deux arrière-petites-filles ; et ainsi de suite en progression géométrique (2, 4, 8, 16, 32, 64, etc.), jusqu'à ce que l'œuf contienne un grand nombre de petites cellules, *à peu près* égales entre elles et qui comblent l'enveloppe, comme des noix bourrent un sac. Les plus superficielles soulèvent la paroi de fines bosselures qui font ressembler l'œuf à une *mûre* microscopique. De là son nom à cette phase : *morula*.

Chaque descendante a reçu en héritage une part du noyau androgyne, lequel, d'ailleurs, a donné le signal de la fragmentation.

Ce travail intérieur s'effectue au cours du voyage, dans le canal de la trompe ; il est achevé à l'arrivée dans l'utérus.

Toutes les cellules de la morula, appelées blastomères, sont douées d'aptitudes générales. D'elles vont naître des tissus particuliers et destinés à se différencier, à se

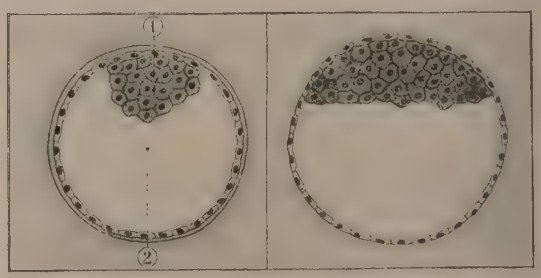


Fig. 6. — BLASTULA DE LAPINE ø *A gauche :* L'amas germinatif (en haut) fait saillie dans la cavité de l'œuf. — 1. *Amas germinatif.* — 2. *Cavité de l'œuf.* (D'après Branca et Potocki.) ø *A droite :* Stade plus avancé. L'amas germinatif s'est aplati en forme de disque. (D'après Tourneux, imité de Potocki et Branca.)

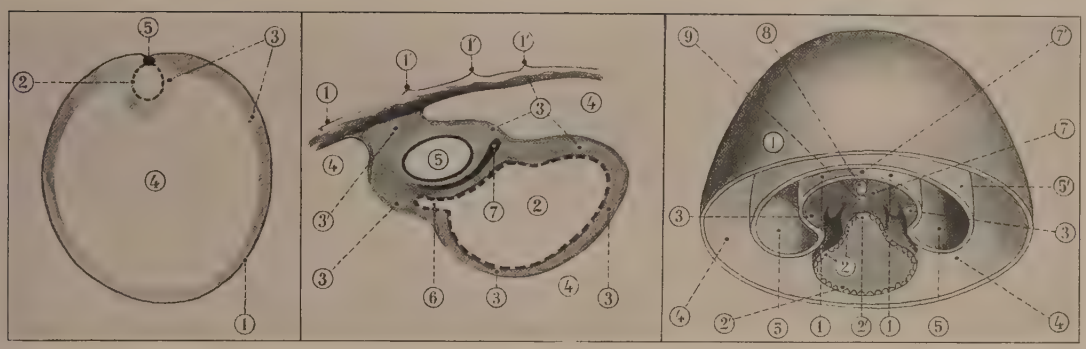


Fig. 7. — L'ŒUF HUMAIN ◪ *A gauche :* œuf très jeune. — 1. *Feuillet externe ou ectoderme disposé en enveloppe définitive ou choriale.* — 2. *Feuillet interne, ou endoderme, disposé en sac vitellin dont il constitue l'enveloppe.* — 3. *Doublure mésodermique.* — 4. *Grande cavité de l'œuf, remplie de tissu mésodermique : mésenchyme très délicat, très feuilleté au milieu, plus condensé, sous forme de doublure, 3, à la périphérie.* — 5. *Epaississement où s'ébauche l'amnios.* — L'embryon, minuscule, invisible sur cette figure, se tapit d'abord entre l'amnios et le sac vitellin. ◪ *Au milieu :* Œuf humain un peu plus âgé que celui de la figure de gauche. La partie supérieure de la figure est seule représentée, très grossie, avec : 1. *Ectoderme.* — 1'. 1'. 1'. *Villosités choriales.* — 2. *Sac vitellin avec son enveloppe endodermique.* — 3. 3. 3. *Mésoderme.* — 3'. *Pédoncule ventral.* — 4. *Cœlôme externe, occupé par le mésenchyme extra-embryonnaire.* — 5. *Amnios.* — 6. *Allantoïde.* — 7. *Embryon humain qui mesure alors* 0 *mm.* 37 (1/3 *de mm.*), *soit au* 17e-18e *jour.* ◪ *A droite :* Coupe de l'œuf. L'hémisphère supérieur seul conservé montre sur sa tranche l'embryon (7) *coupé transversalement.* — 1. *Chorion ectodermique avec* 7' *ectoderme embryonnaire.* — 2. *Sac vitellin avec* 2' *endoderme et intestin primitif.* — 3. 3. *Mésoderme sous-ectodermique et périendodermique.* — 4. 4. *Mésenchyme interannexiel (dans la nature, l'intervalle est presque nul entre l'amnios et le chorion ; le cœlôme externe, avec son mésenchyme, est assez mince pour que l'amnios et le chorion viennent en contact presque immédiat).* — 5. *Cavité de l'amnios avec* 5', *sac amniotique.* — 7. *Embryon.* — 8. *Canal médullaire.* — 9. *Corde dorsale.* (D'après Demelin et Devraigne.)

spécialiser dans telle ou telle fonction (digestion, motilité, etc.).

Durant sa villégiature (qui dans l'espèce humaine est de sept jours ou un peu plus), l'œuf se nourrit chichement : il consomme le vitellus éparpillé (voir plus haut) au sein de sa substance : autophagie du jeûneur qui vit sur sa chair. Ce régime ne continuera pas longtemps. Déjà l'œuf tâte de l'importation ; en route, il s'approprie la barde d'albumine étalée autour de lui par la muqueuse de la trompe.

Maigre chère, somme toute, puisque la morula, en débouchant dans l'utérus, n'a pas engraissé depuis son départ : pierre qui roule n'amasse pas mousse.

L'ŒUF SE FIXE

En attendant la graine qu'elle va recevoir, la muqueuse utérine se prépare à son rôle de sol nourricier : elle se congestionne et se gonfle de sucs. Les sillons dont elle se laboure, les mottes dont elle se boursoufle, empêcheront sans doute l'œuf de glisser à sa surface et d'avancer davantage.

Pour germer à l'aise, il ne suffit pas qu'une graine repose tout uniment sur l'humus végétal : il vaut mieux qu'elle s'y enfouisse. A cet effet, l'œuf subit une nouvelle métamorphose.

La morula accumulait des cellules toujours en voie de multiplication. Celles du centre, plus comprimées que les autres, finissent par se liquéfier (de même que la glace ou le suif fondent quand la température s'élève). Ainsi se creuse une cavité remplie de liquide nutritif analogue au vitellus de la poule.

La cavité, d'abord exiguë, s'accroît en amincissant la paroi dont elle est entourée. En définitive, cette paroi dispose ses cellules sur un seul rang (couche unique d'épithélium pavimenteux) ; de même, les pièces d'une mosaïque, ou les *pavés* d'une rue se juxtaposent, sans se superposer (fig. 5).

Les cellules de l'intérieur ne se liquéfient pas toutes. Il subsiste un *amas* attaché au pôle supérieur (futur pôle *adhérent*) de l'œuf, comme un lustre au plafond : c'est l'*amas germinatif* (ou embryonnaire), ainsi nommé parce qu'il doit *germer*, fabriquer des matériaux ; amas d'abord globuleux, puis aplati, à la manière d'une galette ou d'un *disque* (disque embryonnaire) (fig. 6). Il est composé de *cellules rondes*, pareilles entre elles et aptes à tous les emplois : elles pourront se déplacer (cellules migratrices), voyager au loin, librement ou dans des conduits (comme les globules du sang ou de la lymphe), traverser des membranes, sans y laisser de trous béants : telle une aiguille qui passe à travers une étoffe. Une fois fixée, la cellule ronde se prête à changer de forme, pour devenir cubique ou cylindrique, ou aplatie, fusiforme, allongeant des tentacules, s'étirant en filaments, etc. Vrai protée aux multiples avatars, moellon fondamental qui, en se joignant à d'autres, édifiera des murs, des colonnes, des môles, des cordages flexibles ou des liens rigides, des membranes (étoffes et doublures, etc.).

Nous ne perdons pas de vue l'enfouissement ou nidation de l'œuf. La paroi (trophoblaste) de la poche récemment constituée (la blastula) se montre, malgré sa minceur, agressive, mordante : elle corrode le sol (muqueuse utérine) qui la supporte, y creuse un trou pour s'y nicher. Quand elle s'est enfoncée suffisamment, l'hiatus par où elle a pénétré se ferme, comme une plaie se cicatrise.

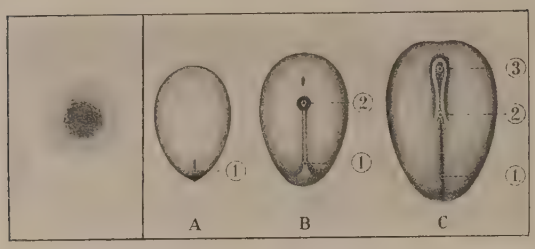


Fig. 8. — PREMIÈRES PHASES DE L'ÉVOLUTION EMBRYONNAIRE ⌀ *A gauche :* Vue en surface du pôle supérieur de l'œuf. Revoir fig. 1, le germe. Premier aspect de l'embryon ⌀ *A droite :* Plaque embryonnaire (17 jours) vue en surface. — A. La plaque circulaire de la figure de gauche a pris la forme d'un écu. De la pointe part une ligne noire : 1, *Ligne primitive.* — B. La ligne primitive s'arrête en avant (*en haut*) à un orifice 2, qui est le *Blastopore*, ou entrée d'un canal étroit et court traversant obliquement toute l'épaisseur de la plaque embryonnaire, pour déboucher dans la grande cavité de l'œuf. — C. La plaque embryonnaire a grandi. En avant de la ligne primitive 1, vers la tête de l'embryon, se creuse, vertical, le sillon médullaire 3. (Imité de Potocki, Branca et Tourneux.)

Ce résultat obtenu, la paroi corrosive (ou trophoblaste), en quelque sorte satisfaite de son œuvre, peut-être, ou fatiguée de son effort, s'exfolie, tombe en poussière, sans disparaître tout à fait : *elle laisse des reliquats à la surface extérieure d'une nouvelle enveloppe par laquelle elle va être remplacée.*

Au bout de la deuxième semaine, la blastula féminine, arrivée à son plein développement, atteint la grosseur d'un grain de cassis, soit 5 à 6 millimètres de diamètre, environ vingt-cinq fois plus que les dimensions de la morula.

LA DERNIÈRE QUINZAINE DU PREMIER MOIS

LES ANNEXES DE L'EMBRYON. ⌀⌀ UTILISATION INITIALE DES MATÉRIAUX. — Reportons-nous à la figure 6 (p. 248). Nous y voyons le contenu de l'œuf ordonné en deux parties très inégales : l'une plus petite (*disque germinatif*), laboratoire de cellules, où bientôt s'esquissera l'*embryon*; l'autre, plus volumineuse, *extra-embryonnaire*, rassemblant ses annexes.

Les cellules *rondes* du disque germinatif s'agglomèrent en une pâte d'abord grossièrement pétrie, mais qui travaille à s'alléger, à se *feuilleter*, en deux lames placées l'une sur l'autre ou (par rapport au centre de l'œuf) *l'une en dehors de l'autre* : telles deux *feuilles* de papier à cigarette superposées. Ce sont les très importants *feuillet externe* et *feuillet interne* (voir fig. 5) du *blastoderme*.

Leurs attributions sont différentes, mais non pas exclusives ; on les verra tous deux formatifs et nutritifs à la fois, bien qu'à des degrés inégaux.

En fait, le feuillet *externe* (ou ectoderme), mérite d'être comparé à un ministère des relations *extérieures*. Dans le présent et l'avenir prochain, il institue les *membranes propres de l'œuf* (chorion définitif, ectodermique et amnios).

A cet effet, il étend son premier domaine : en foisonnant, il s'y étale comme une tache d'huile et, depuis le pôle supérieur, de proche en proche, il gagne le pôle inférieur, où il ferme le fond de sa bourse, après avoir suivi fidèlement le parcours du trophoblaste qu'il remplace. Ainsi s'élabore l'enveloppe définitive (ou choriale) de l'œuf.

LES DEUX BOSSES DU POLICHINELLE. — Si, à la fin de la deuxième semaine, on examine un œuf humain coupé en deux, comme un œuf de Pâques en chocolat, partagé par la moitié, on voit sa cavité presque entièrement remplie d'une gelée albumineuse, analogue à ce que nous avons décrit dans la blastula.

Mais, au pôle supérieur, on distingue un épaississement local, figurant sur la coupe un chaton de bague avec deux perles, l'une à peine visible, collée au chorion (fig. 7, à gauche) (comme si une perle de la bague était accrochée au doigt de gant qui la couvre) : c'est l'*amnios*, à son début ; l'autre, un peu plus apparente, est appelée *vésicule ombilicale* ou sac *vitellin*. Celle-ci émane du feuillet interne (ou endoderme) qui a foisonné comme son congénère, mais plus modestement pour produire aussi sa petite bourse, laquelle est très au large dans la grande cavité de l'œuf (voir fig. 7, à gauche).

Au contact du chorion (feuillet externe) qui la limite en dehors, et du sac vitellin (feuillet interne) en dedans, la gelée de remplissage s'agglutine, se modifie en un tissu délicat, sorte de dentelle, de réseau (tissu réticulé) qui va s'appliquer comme une doublure à chacun des feuillets primordiaux, les deux doublures se faisant vis-à-vis sans s'agglutiner ensemble, de manière à rester séparées par une sorte de fente nommée *cœlôme externe* ou extra-embryonnaire (fig. 7, à gauche). C'est

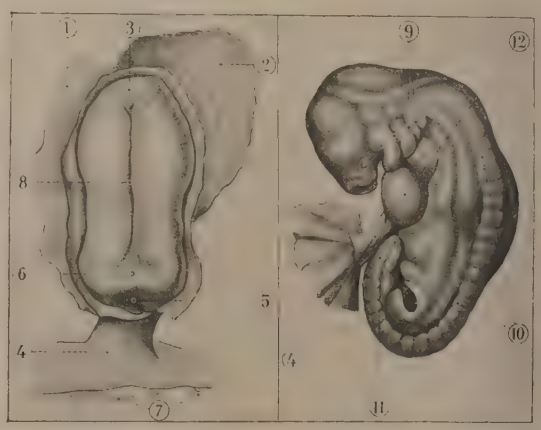


Fig. 9. — EMBRYONS HUMAINS (Troisième et quatrième semaines) ⌀ *A gauche :* Embryon humain de 1 mm. 54 (troisième semaine). Vu de dos (19-21 jours). La tête est tellement penchée en avant (voir à droite) qu'on ne la voit pas. — 1. *Amnios ouvert et étalé.* — 2. *Sac vitellin dans la profondeur.* — 3. *Dos de l'embryon.* — 4. *Pédoncule ventral.* — 5. *Ligne primitive.* — 6. *Blastopore.* — 7. *Villosités choriales.* — 8. *Gouttière médullaire.* ⌀ *A droite :* Embryon humain de la quatrième semaine (5 millimètres) vu de profil. — 4. *Pédoncule ventral.* — 9. *Fentes branchiales.* — 10. *Protovertèbres au nombre de 39.* — 11. *Appendice caudal.* — 12. *Cœur.* (D'après Tourneux.)

la manifestation initiale d'un *troisième* et dernier *feuillet* constitutif (mésoderme), que nous retrouverons aussi à l'intérieur du corps de l'embryon.

Cela posé, comment se forme l'amnios?

Le feuillet externe, qui s'est étendu en surface, prend aussi de l'épaisseur. Il engendre localement un *amas* de cellules (amas amniotique), compact au premier moment, puis creusé d'une cavité qui se remplit d'un liquide aqueux (eau de l'amnios ou liquide amniotique), suivant un mécanisme connu (voir plus haut). Le plancher de cette poche formera l'*épiderme* de l'embryon ; le plafond fait d'abord partie intégrante du chorion, mais il s'en détache par clivage et la paroi de la poche libérée se trouve à l'aise pour céder à sa tendance expansive (voir fig. 7, au milieu et à droite).

A un moment donné, les deux poches contiguës, — amnios et vésicule ombilicale — se disposent comme les boucles d'un 8 de chiffre, ou comme les ampoules d'un sablier. A leur point de tangence se tapit le jeune embryon. En d'autres termes, dès son âge le plus tendre, celui-ci semble affligé de deux bosses, comme Polichinelle : l'une qu'il porte sur le dos (du côté de son feuillet externe ou de son épiderme), c'est l'amnios ; l'autre, pendue à l'intestin primitif (feuillet interne), c'est le sac vitellin ou vésicule ombilicale (voir fig. 7, au milieu).

Celle-ci fait office de réserve alimentaire jusqu'au jour où des rations plus copieuses seront importées de l'organisme maternel. La poche vitelline va se vider assez vite.

Au contraire, l'amnios s'accroît notablement. Sa paroi se prête à l'expansion, se gonfle sans se déchirer ; son liquide, sans la rompre, devient de plus en plus abondant, au point non seulement de se répandre sur toute la surface de l'épiderme embryonnaire, mais en outre de déborder autour de lui, de creuser là un fossé qu'il inonde (fig. 7, à droite) et creuse davantage. Gagnant tout le terrain qu'il peut, le sac amniotique finit par s'adosser à la surface intérieure du chorion, sans pourtant jamais plus se fusionner avec lui : il en reste distinct, séparé par une mince couche de cette gelée de remplissage (tissu réticulé), rassemblée jusqu'à présent dans la grande cavité de l'œuf, mais qui fuit devant l'inondation pour se réfugier où elle trouve de la place. Nous verrons bientôt qu'elle s'accumule d'autre part en une sorte de colonne souple, d'amarre flexible (le pédoncule ventral), qui relie le ventre de l'embryon à la face interne du chorion, colonne engainée par une dépendance du sac amniotique (voir fig. 7, au milieu et à droite) et qui deviendra le cordon ombilical (voir chapitre III).

L'EMBRYON. ◊◊ Son ébauche, de forme plate. — A la fin de la deuxième semaine, nous avons soupçonné l'embryon, serré entre les deux poches amniotique et ombilicale au début de leur lutte, et encore égales de dimensions. On dirait qu'à cette date il n'a pas encore d'individualité propre. Son feuillet externe (son épiderme) ne se confond-il pas alors avec le bas-fond du sac amniotique, et son feuillet interne (plafond du futur

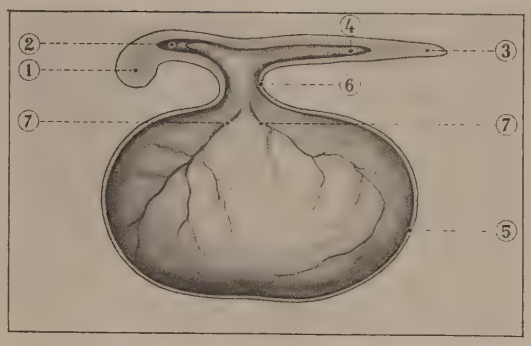


Fig. 10. — EMBRYON DE REQUIN (Coupé en long) ◊ 1. *Tête.* — 2. *Intestin céphalique ou antérieur.* — 3. *Queue.* — 4. *Intestin postérieur ou caudal.* — *L'énorme sac vitellin* 5 *est attaché au ventre par le pédicule ombilical* 6 (*ne pas confondre avec le pédicule ventral*). — 7. *Vaisseaux vitellins.* (D'après Balfour.)

intestin) avec la voûte de la vésicule ombilicale? (fig. 7 à gauche).

A ce moment, au milieu du disque germinatif, vu en surface, l'embryon apparaît sous la forme d'une tache ronde (*tache* ou *aire embryonnaire*) (fig. 8, à gauche), d'une pièce de monnaie (en supposant qu'on le regarde à un énorme grossissement). Cette vue en surface correspond à la figure 5, coupe où les deux feuillets primordiaux sont représentés au moment de leur première différenciation. Bientôt, la tache embryonnaire grandit et modifie ses contours pour prendre ceux d'un pétale de fleur ou d'un *écu*, ayant une extrémité pointue (bout caudal) et une autre arrondie (bout céphalique) (voir fig. 8, à droite, A).

Libérée du chorion par l'amnios dès le quatorzième jour, la plaque embryonnaire montre, au dix-septième jour, une *ligne* foncée (*ligne primitive*) qui part du bout pointu pour gagner le milieu (voir fig. 8, A, B et C). Engendrée par le feuillet interne dans le corps de l'embryon, cette ligne devient un centre actif de foisonnement cellulaire. Elle va s'étendre de chaque côté en deux lamelles de nature mésodermique qui, tout en se faisant vis-à-vis, tapissent, l'une la surface profonde de l'épiderme (feuillet externe) et l'autre la surface extérieure du tube intestinal (feuillet interne). C'est, à l'intérieur du corps de l'embryon, le pendant de ce que nous avons décrit dans la grande cavité de l'œuf (cœlôme). L'épiderme garni de cette doublure mésodermique formera un ensemble nommé *somatopleure* ou *lame fibro-cutanée*, d'où naîtra la paroi (peau et muscles sous-jacents) du coffre qui contient le tube digestif et ses dépendances : et à ceux-ci donnera naissance le feuillet interne, doublé lui aussi de sa lamelle mésodermique (ensemble désigné sous le nom de *splanchnopleure*, ou de *lame intestinale*). Les deux lames sont séparées par un espace étroit qui permet les glissements de l'un sur l'autre et qu'on nomme fente *pleuro-péritonéale* ou *cœlôme intra-embryonnaire*.

Forme ronde. — Au dix-huitième jour, se manifeste une tendance nouvelle et très importante. Las d'être

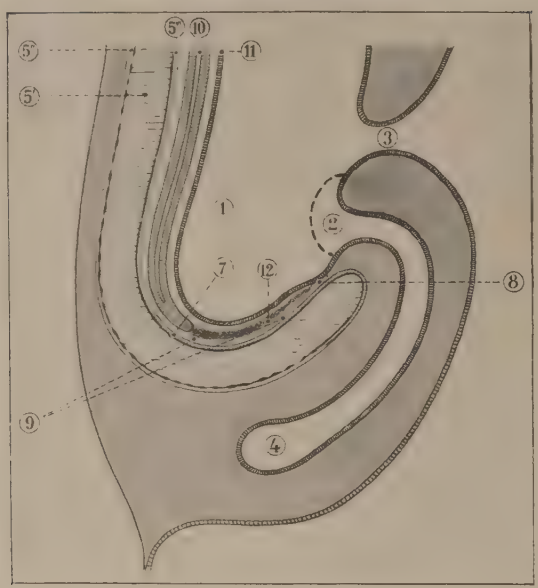


Fig. 11. — COUPE LONGITUDINALE ANTÉRO-POSTÉRIEURE DE L'EMBRYON ø 1. *Cul-de-sac postérieur ou caudal de l'intestin embryonnaire.* — 2. *Emplacement de la future vessie.* — 3. *Collet du sac vitellin.* — 4. *Allantoïde.* — 5". *Amnios (formation ectodermique), avec 5', épiderme du dos de l'embryon ; et 5', liquide amniotique.* — 7. *Emplacement du neuropore, alias blastopore, ou anus* provisoire, *fermé actuellement.* — 8. *Membrane anale, où se percera l'anus* définitif. — 9. *Ligne primitive, rabattue vers le ventre, pour clore en bas la cavité du tronc et de l'intestin postérieur.* — 10. *Canal médullaire (formation ectodermique).* — 11. *Endoderme intestinal.* — 12. *Mésoderme de la ligne primitive; il fait défaut au niveau de la membrane anale.* — En 7, une épingle (figurée par le trait pointillé) pénètre par le blastopore jusqu'à la cavité de l'intestin; elle traverse le canal médullaire et figure le conduit qui le fait communiquer un moment avec le précédent, = canal neurentérique. (D'après Tourneux.)

aplati, comprimé, l'embryon se met à « gondoler », à former « gouttière » — de même que se roule une cigarette. L'incurvation des bords s'effectue sur tout le pourtour de la plaque, aussi bien aux extrémités céphalique et caudale que sur les flancs — le côté gauche du corps se développant en général plus vite que le droit. Le petit embryon arrondit le dos, tandis que son ventre se creuse (abstraction faite de la bosse abdominale qui s'attache au fond de ce creux). Convexe dans un sens, concave dans l'autre, il ressemble à un « verre de montre », à un « bouclier », à un « écu » de chevalier (*écusson embryonnaire*), plus exactement, à un chapeau de champignon dont le pied figurerait la vésicule ombilicale (fig. 9, à droite, et fig. 10). Cette incurvation de la plaque est corrélative à l'accroissement de l'amnios et à la diminution du sac vitellin.

L'extrémité céphalique se penche très fortement sur la poitrine (fig. 9, à droite, et fig. 12).

La courbure de l'extrémité caudale, rabattue vers le ventre comme une queue d'écrevisse, donne à la ligne primitive à peu près la situation de la rainure qui, chez le fœtus et l'adulte, sépare les deux fesses (fig. 9, à droite, et fig. 11).

Le dix-neuvième jour, au-dessus de la ligne primitive (fig. 6, C, et fig. 9, à gauche) et au milieu du dos, une rigole se déprime, rudiment du système nerveux central, commençant par la moelle épinière, et remonte jusqu'à la tête : elle va se fermer en un tube (toujours à la manière de la cigarette qu'on roule), ses deux bouts restant provisoirement ouverts sur la cavité de l'amnios.

Tube digestif entièrement clos, tube nerveux béant ! Voilà une disposition exactement inverse de celle que l'on trouve chez le fœtus et chez l'adulte ! Comment l'embryon humain évolue-t-il vers l'organisation définitive?

Supposons qu'une épingle s'enfonce aux confins de la ligne primitive et du tube médullaire (fig. 9, à gauche, et fig. 11, en 7), jusqu'à percer la voûte du sac vitellin. Cet orifice 6 de la fig. 9, à gauche, et 7 de la fig. 11 est situé de telle sorte que cavités digestive et nerveuse communiquent à la fois entre elles et avec l'extérieur (c'est-à-dire avec la poche pleine de liquide amniotique). Mais le tube nerveux se hâte de s'enclore ; sa gaine épidermique se ferme complètement et, du coup, supprime l'anus provisoirement créé ; pendant quelques jours, dans la profondeur, une étrange communication (canal neurentérique) subsistera entre l'intestin et la moelle épinière (voir fig. 11, en 7). Mais le type normal de l'adulte veut prendre le dessus et le canal médullaire s'isole tout à fait du tube digestif.

Il faut pourtant que celui-ci s'ouvre au dehors ! Si les essais d'anus restent encore infructueux, la bouche

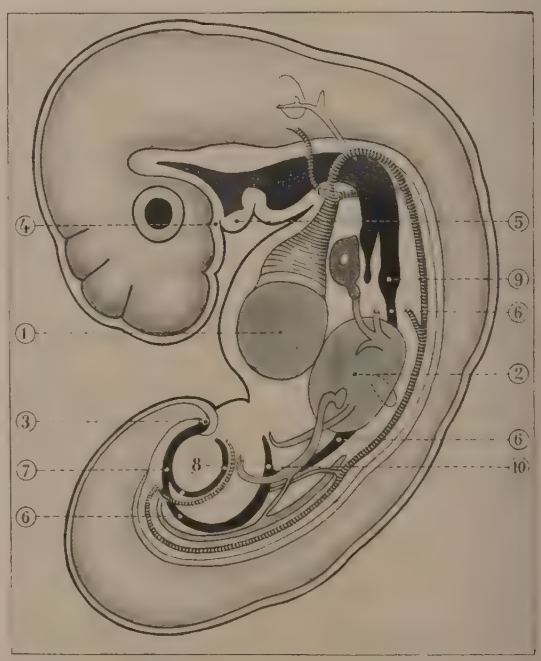


Fig. 12. — EMBRYON HUMAIN DE TROIS A QUATRE SEMAINES (entre le 19e et le 28e jour) ø 1. *Cœur.* — 2. *Foie.* — 3. *Canal neurentérique.* — 4. *Emplacement de la bouche.* — 5. *Corps thyroïde.* — 6. 6. 6. *Intestin.* — 7. *Cloaque.* — 8. *Ouraque.* — 9. *Estomac.* — 10. *Canal omphalo-mésentérique.* (D'après Debierre.)

s'installe à demeure à partir du vingt-quatrième jour, juste au-dessous de la tête fléchie, où s'annonce le cerveau.

En somme, à l'arrière de l'embryon, tout se ferme ; à l'avant, c'est l'inverse. Après la bouche, c'est le pharynx qui perfore ses parois latérales, suivant la conformation des poissons adultes. On sait que ces animaux, pour respirer l'air dissous dans le fluide où ils nagent, avalent de l'eau qui sort par des *fentes* latérales pour baigner les *branchies* avides d'oxygène, avant d'être chassée par les ouïes. De même, à l'époque dont nous nous occupons, l'embryon humain porte sur les côtés du cou futur des *fentes* branchiales bordées d'*arcs* (branchiaux), où se façonneront les mâchoires, les diverses parties de la face et du cou, l'appareil hyoïdien, les glandes thyroïdes, le thymus, des artères importantes (arcs aortiques), etc. ; plus bas, le tube digestif émet les *bourgeons pulmonaires* (qui ne respireront qu'à la naissance, huit mois plus tard), et le *foie*, qui grossit rapidement (fig. 12).

Sur les flancs des vertèbres primitives (ou *protovertèbres* déjà au nombre de neuf le vingtième jour), empilées les unes sur les autres (fig. 9, à droite), le feuillet moyen engendre les prémisses des glandes génitales et des filtres urinaires. Ceux-ci (appelés alors *corps de Wolff*) abouchent leurs conduits excréteurs (*canaux de Wolff*) non point à l'épiderme, — imperforé (pour le moment), à l'arrière, — mais dans un *cloaque*, au bout caudal de l'intestin (fig. 12 et 14).

Dans l'espèce humaine, le *cœur* apparaît et se met à battre précocement, le vingt ou vingt et unième jour. Il naît dans la doublure mésodermique de l'intestin antérieur (fig. 12) et proémine sous la paroi du tronc. La première circulation sera en pleine activité au cours de la quatrième semaine. Au sein du feuillet moyen (à l'intérieur du corps embryonnaire et en dehors de lui, dans la doublure superficielle de la vésicule ombilicale) des bourgeons nouveaux s'évident en tronçons de canaux qui s'adaptent les uns aux autres, comme des poteries aboutées en conduites. Le système des artères et des veines importantes rappelle, à cette époque embryonnaire de l'homme, celui des poissons adultes. Un réseau de capillaires absorbants s'étale à la surface extérieure du sac vitellin (fig. 10) pour en exploiter le contenu. Ainsi cette *première circulation* mérite-t-elle le nom de circulation *vitelline*.

Dans la seconde quinzaine du premier mois, l'embryon grandit beaucoup. Sa longueur passe de 15 centièmes de millimètre à 8 millimètres, soit un accroissement d'au moins cinquante fois.

LE DEUXIÈME MOIS DE L'ŒUF HUMAIN

LES ANNEXES. ◊ ◊ LES RACINES DE LA PLANTE. — Un marron d'Inde sans sa coque verte est gros comme un œuf humain de trente jours : entouré de cette coque, il représente le volume de l'œuf entier arrivé au bout de son deuxième mois.

Fig. 13. — COUPE DE L'ŒUF MONTRANT LES VILLOSITÉS CHORIALES QUI HÉRISSENT SA PÉRIPHÉRIE ◊ L'hémisphère supérieur, seul conservé, montre sa tranche. (D'après Farabeuf.)

Entre le trente et unième et le soixantième jour, la première circulation (circulation vitelline) décroît, suivant le déclin de la vésicule ombilicale : peu à peu son appareil se modifie, conformément aux exigences du moment. Les denrées de l'intérieur ne suffisent plus ; il faut recourir progressivement à l'importation des produits offerts par la muqueuse utérine. Comment ce changement s'opère-t-il ?

Reportons-nous à l'ère primitive où le chorion définitif vient de s'achever. Il pousse alors tout autour de lui-même de menues saillies (*villosités choriales*) qui ressemblent aux piquants dont se hérisse la coque du marron d'Inde (voir fig. 13). Les unes sont de simples amarres qui se fixent à la muqueuse (villosités crampons). Les autres, plus actives, restent libres à leur extrémité, et, comme on dit, « flottantes ». A leur surface extérieure, le trophoblaste n'a pas entièrement disparu ; ses vestiges ont gardé une part de ses propriétés dissolvantes ou digestives. Ils commencent par désagréger le tissu de la muqueuse qui entre en contact avec eux. Ils creusent ainsi tout autour de l'œuf un espace lacunaire entre le chorion d'où se dressent les villosités et les couches profondes inattaquées de la muqueuse utérine. Loin de rester vide, cet espace, à mesure qu'il s'étend, se remplit de sang maternel, parce que la paroi des vaisseaux s'est trouvée rongée en même temps que la trame où ils rampent ; en s'abouchant dans le *lac* périovulaire, ils y versent leurs flots rouges.

Voici donc l'œuf qui plonge des racines absorbantes dans le sang maternel. De même l'oignon de jacinthe baigne sa chevelure dans l'eau nourricière.

Étudions de plus près l'une de ces villosités. Imaginez un doigt de gant à l'intérieur duquel s'engageraient de

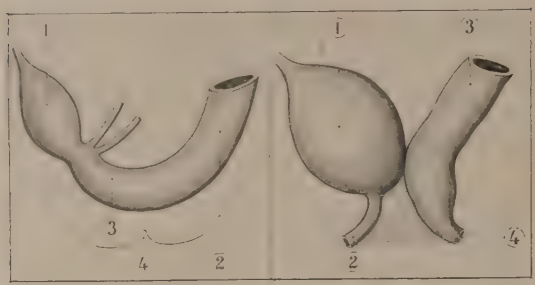


Fig. 14. — CLOAQUE ET ALLANTOÏDE ø *A gauche :* L'anus définitif n'est pas encore percé. — 1. *Portion vésicale de l'allantoïde.* — 2. *Rectum.* — 3. *Cloaque.* — 4. *Bouchon cloacal.* ø *A droite :* Le rectum et la vessie sont séparés, l'anus est ouvert. — 1. *Pédicule de l'allantoïde devenu vessie, qui s'ouvre en dehors en 2.* — 3. *Rectum séparé de la vessie.* 4. *Anus.* (D'après Debierre.)

fins conduits (artères, capillaires et veines) empaquetés dans un tissu de remplissage (tissu mésodermique de la villosité). Ces vaisseaux y apportent *le sang de l'embryon.* Jamais (sauf en cas de lésions), celui-ci ne se mêle au sang maternel ; car il en est séparé par une série de cloisons (gaine en doigt de gant, tissu de remplissage et parois des vaisseaux embryonnaires). Pourtant ces cloisons ne sont pas étanches : elles laissent filtrer, par osmose, du lac maternel vers le centre de la villosité, les matières alimentaires, digérées à l'usage de l'embryon par les vestiges du trophoblaste, — sans oublier l'oxygène nécessaire aux combinaisons chimiques — et, en sens inverse, de la villosité vers le lac maternel, les liquides excrémentitiels dont l'embryon doit se débarrasser.

Si les racines choriales se sont mises à pousser dès la troisième semaine, elles n'entrent en service qu'au deuxième mois.

Mais comment le sang de l'embryon arrive-t-il jusqu'à elles ? Lancé par le cœur, le sang est amené à l'ombilic par les deux artères ombilicales, issues elles-mêmes des branches de l'aorte bifurquée dans le bassin. Appelées à parcourir le trajet (relativement long, eu égard à leur ténuité) qui sépare l'embryon de la paroi choriale, les artères ombilicales ont besoin d'un tuteur pour s'élever : ce soutien, c'est l'*allantoïde.*

L'*allantoïde* est un rejeton du sac vitellin, un bourgeon creux qu'il pousse, avant d'achever sa carrière, depuis l'endroit où il s'attachait, par son collet, à l'intestin postérieur (voir fig. 7, au milieu, et fig. 14). De là, le bourgeon allantoïdien gagne l'ombilic, le traverse, et s'avance au milieu du pédoncule ventral (voir fig. 9, à droite) pour atteindre avec lui la surface intérieure du chorion. Il est accompagné dans ce parcours par les artères ombilicales qui s'enroulent en spirales autour de lui. Arrivés au chorion, elles se ramifient (comme de grosses branches d'arbre se divisent en petites), entre le chorion et l'amnios sous-jacent (fig. 13). Ces ramifications poussent tout le tour de l'œuf, en émettant les houppes terminales qui pénètrent dans les doigts de gant villeux. Pour mieux comprendre cette structure, imaginez un parapluie ouvert : le manche représentera le pédoncule ventral avec ses gros vaisseaux ; l'étoffe jouera le rôle du chorion — à condition qu'elle prenne assez d'ampleur pour envelopper de toutes parts, comme d'un vaste sac, le porteur du parapluie ; et les baleines seront les canaux où s'érigeront les fines houppes des villosités, pourvu que chaque baleine s'allonge jusqu'à boucler une boucle complète sous l'étoffe tendue.

L'ensemble des racines couvre le chorion d'une sorte de chevelure (chorion chevelu) plantée entre la cinquième et la septième semaine sur toute sa surface extérieure. Mais elles ne se nourriront pas toutes également bien : celles qui plongent dans le sol le plus gras (fig. 13) vont croître avec exubérance ; par contre, les autres pâtiront, se flétriront peu à peu. Au lieu d'apparaître *chevelu* partout comme au début, le chorion devient glabre, *chauve* sur une certaine zone. Sa calvitie commence déjà aux derniers jours du deuxième mois ; elle est alors très limitée.

La circulation allantoïdienne (première phase de la deuxième circulation) caractérise le deuxième mois dans l'espèce humaine.

L'EMBRYON AU DEUXIÈME MOIS. ø ø L'EMBRYON SE PRÉPARE A DEVENIR FŒTUS. — Entre le trente et unième et le soixantième jour, la longueur de l'embryon passe de 8 millimètres à 28 ou 30.

La tête se relève un peu. Le cou, encore mal dégagé, est sillonné, comme la face, par les reliquats des fentes branchiales qui n'ont pas terminé leur travail. L'œil, rond, paraît énorme, dépourvu de paupières : elles s'annoncent vers le cinquante-deuxième jour : très nettes à la fin du deuxième mois, elles se fermeront quelque temps, pour jouer librement ensuite, bien avant le terme de la grossesse. Le pavillon de l'oreille, méconnaissable à ses débuts (cinquième semaine), ne dessinera ses contours typiques que dans les derniers jours du deuxième mois, en même temps que le nez risque une timide pointe.

Le dos s'est redressé ; il montre en son milieu la pile de disques que figurent les protovertèbres ; leur nombre atteindra alors le chiffre de 38, tandis qu'il n'y en aura plus que 33 en tout chez l'adulte (Voir *Anatomie*). En bas, le dos se prolonge comme précédemment en un appendice caudal recourbé vers le ventre. Point d'anus encore. Le ventre proémine fortement. La paroi thoraco-abdominale se complète jusqu'à l'attache du cordon ombilical. Le foie, très gros, disparaît derrière elle. Au-dessus de lui, le cœur contribue au soulèvement de la paroi thoracique. La figure 12 montre que, dès l'origine, il se tient réellement au-dessous du cou, dans la poitrine. Mais comme la tête se montre très fléchie, il donne l'illusion d'être placé juste au-dessous du cerveau.

Les côtes et les vertèbres, d'abord cartilagineuses, commencent à s'ossifier au cours du deuxième mois. Chaque vertèbre poussera de chaque côté un rudiment

de côte (excepté celles du coccyx). L'embryon humain possède ainsi à un moment donné vingt-neuf paires de côtes ; mais seules, celles du *thorax* subsisteront en forme d'arcs ; les autres se transformeront, soit pour s'atrophier (au cou et aux lombes), soit pour se souder en une masse latérale (au sacrum).

Les corps de Wolff versent l'urine dans le cloaque (voir fig. 14).

Le cordon ombilical (ex-pédoncule ventral), distinct dès la quatrième semaine, s'amincit un peu et s'allonge.

Les membres, à l'état de moignons, ou de « palettes sans manches » à la fin du premier mois, poussent un peu, avec un semblant de division en trois segments (bras, avant-bras, main, — cuisse, jambe, pied). Au bout du membre supérieur, des incisures superficielles font prévoir les doigts.

Au cours des huitième et neuvième semaines, l'embryon humain subit les transformations ultimes qui vont en faire un fœtus. C'est d'abord la détermination anatomique du sexe qui devient possible (quoique difficile à cette date reculée), par l'examen des parties externes. C'est, presque aussitôt après, le percement d'orifices distincts pour le débouché sur le milieu ambiant (jusqu'à terme, ce sera la cavité de l'amnios), de l'appareil urinaire en avant et du tube intestinal en arrière. A cet effet (fig. 14), le cloaque se cloisonne, de telle sorte que l'attache de la vésicule allantoïde à l'intestin caudal s'en sépare définitivement, pour persister chez le fœtus et l'adulte en tant que *vessie urinaire*. Son canal évacuateur (urètre) crée sa voie à travers cette région des téguments qu'on appelle le *bouchon cloacal*. A son tour l'intestin postérieur s'ouvre par l'anus définitif, aux dépens du même bouchon, et bout *ventral* de l'ancienne ligne primitive (revoir la fig 11). Le sexe, déjà fixé sans doute dès la fécondation, se précise anatomiquement au deuxième mois. Les produits (gamètes) des glandes génitales montrent dès lors leur aspect primordial. Leurs voies d'élimination se préparent pour s'aboucher à l'extérieur. Dans le type féminin, le canal excréteur primitif (canal de Muller) persiste, bilatéral (sous la forme des deux trompes) à son origine péritonéale, puis s'unifiant sur la ligne médiane, en un utérus surmontant un vagin, lequel s'ouvre à la vulve. Dans le type masculin, les deux conduits excréteurs se jettent profondément dans le canal urinaire (urètre) au-dessous de la vessie, à travers la *prostate*, organe mâle qui correspond à l'utérus.

L'évolution de l'appareil génital s'achèvera à la période fœtale.

Le percement du tube digestif à ses deux bouts (par la bouche et l'anus) marque la fin du règne de la *gastrula*, laquelle a succédé à la blastula.

L'embryon est devenu fœtus (reconnaissable à ses formes extérieures, comme un exemplaire en réduction de l'espèce humaine).

CHAPITRE III

LE FŒTUS

LES ANNEXES. — LA CIRCULATION FŒTO-PLACENTAIRE (DEUXIÈME PHASE — OU PHASE PLACENTAIRE — DE LA DEUXIÈME CIRCULATION). Nous savons déjà que, parmi les villosités choriales, les unes prospèrent et les autres s'atrophient. L'enveloppe de l'œuf montre ainsi deux aspects très différents : dans une zone d'abord très limitée (au deuxième mois), puis de plus en plus étendue, elle se réduit à l'état de membrane mince, jaunâtre, transparente, dépourvue de vaisseaux sanguins ; dans l'autre zone, elle s'épaissit en un véritable viscère discoïde, charnu, constitué par une masse de villosités exubérantes baignant dans le sang maternel du lac périvilleux. Comme on va le voir plus clairement, *le placenta* est à la fois maternel et fœtal.

Au terme de la grossesse, cet organe offre donc la forme d'un disque mesurant 15 à 16 centimètres de diamètre, sur 3 environ d'épaisseur en son centre ; il pèse 500 à 600 grammes, soit le cinquième ou le sixième du poids du fœtus à terme. Rouge d'un côté, avec des sillons qui circonscrivent une quinzaine ou une vingtaine de territoires nommés *cotylédons*, il est bleuâtre de l'autre côté, où il reçoit en son milieu le cordon ombilical, c'est-à-dire le pédoncule ventral évolué. Pour reprendre notre comparaison de la page précédente, les baleines du parapluie se sont raccourcies sous l'étoffe du sac toujours vaste et clos, où s'enveloppe son propriétaire avec le liquide amniotique qui comble les vides. Par son bord

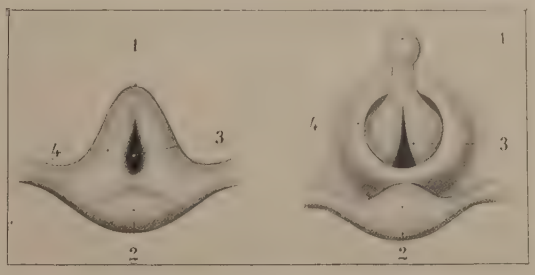


Fig. 15. — DÉVELOPPEMENT DES ORGANES GÉNITAUX EXTERNES Au stade ambigu succède le stade féminin (*à gauche*) ou le stade masculin (*à droite*). — 1. *Tubercule génital, qui deviendra clitoris chez la femme, ou pénis chez l'homme.* — 2. *Extrémité caudale, qui disparaît dans l'espèce humaine.* — 3. *Sillon génital, qui persiste chez la femme et se ferme chez l'homme.* — 4. *Bourrelet cutané, qui devient grandes lèvres, ou bourse scrotale.* (D'après Debierre.)

Fig. 16. — FŒTUS AU DÉBUT DU TROISIÈME MOIS (En grandeur naturelle) ⌀ Tête grosse, siège petit, membres inférieurs courts. (D'après Tourneux.)

périphérique, le placenta se continue directement avec les membranes de l'œuf (chorion et amnios).

Le grand « lac » où plongent les villosités, et plein de sang maternel, est un espace fermé d'un côté par le chorion même qui leur sert de base, et de l'autre par une lame de muqueuse utérine, criblée de trous comme une écumoire : par ces trous, des vaisseaux apportent (artères) ou remportent (veines) le sang de la mère ; plancher de caduque et plafond chorial se rejoignent et se soudent au pourtour du disque placentaire.

Le *cordon ombilical*, à terme, est une tige molle, de couleur blanc bleuâtre, grosse comme un doigt et reliant l'ombilic fœtal au centre (habituellement) du placenta. Dans sa texture, il comprend deux artères *ombilicales*, enroulées en spirales d'un bout à l'autre, autour d'un support mou, car il est fait d'une matière gélatineuse et filante (*gélatine de Wharton*), reliquat du tissu réticulé mésodermique ; au milieu, se tient la veine ombilicale, unique, plus droite que les artères, plus large et plus flasque, qui ramène le sang fœtal du placenta vers l'ombilic, le tout entouré d'une gaine très adhérente que fournit l'amnios.

Sur une certaine longueur du cordon et en partant de l'ombilic, les parois des artères ombilicales sont pourvues d'épaississements en anneaux, élastiques, contractiles, musculaires comme le cœur. Ce sont des diaphragmes capables de rétrécir et d'agrandir alternativement la lumière du vaisseau et espacés de distance en distance. Pour comprendre leur physiologie, considérons que le cœur du fœtus, gros au plus comme son poing (il en est ainsi à tous les âges), a pour mission de lancer, 120 ou 150 fois par minute, une ondée de sang, jusqu'au fin fond des villosités choriales, c'est-à-dire à plus d'un mètre d'éloignement. Évaluation très modeste : car un fœtus à terme possède un cordon de 60 à 70 centimètres en moyenne, avec des artères enroulées autour de lui en *spirales* assez serrées et qui, de plus, parcourent dans l'intérieur du corps un trajet qui va du bassin à l'ombilic, sans compter la longueur des artères originelles qui descendent du cœur jusqu'au bassin. Ce petit cœur succomberait à la tâche, s'il n'était assisté par les auxiliaires qu'il trouve justement dans ces anneaux que nous venons d'indiquer et qu'on appelle les *valvules* des artères ombilicales. Ces muscles auxiliaires jouent ainsi le rôle de *cœurs périphériques*.

LE FŒTUS HUMAIN. ⌀ ⌀ QUELQUES PARTICULARITÉS DE SON ORGANISATION INTÉRIEURE. — Le cœur, comme chez l'adulte, est creusé de quatre cavités (deux oreillettes et deux ventricules). Signe particulier : les deux ventricules ont, jusqu'à la naissance, la même épaisseur, autrement dit la même force de propulsion : ils réunissent leurs efforts pour fouler le jet de sang jusqu'au placenta. Une cloison sans pertuis les isole complètement l'un de l'autre ; par contre, les deux oreillettes communiquent largement ensemble par un orifice dit *trou de Botal*, qui cesse de fonctionner dès que la respiration pulmonaire s'installe. Chaque ventricule est muni d'un tube de dégagement : artère pulmonaire pour le droit, aorte pour le gauche, tout à fait indépendantes chez l'adulte. Au contraire, chez le fœtus, elles s'abouchent par un ajutage (*canal artériel*) qui amène dans l'aorte le sang de l'artère pulmonaire. Grâce à cet artifice, toute l'énergie du cœur (de ses deux ventricules réunis) s'applique à envoyer le sang dans l'aorte.

Le *foie* fabrique de la bile presque incolore au début, puis de plus en plus teintée. Dans les derniers mois, elle colore en vert-bouteille le contenu intestinal appelé *méconium*, magma visqueux de cellules périmées, qui ne sort de l'anus qu'après la naissance, si tout va bien. Le fœtus n'avale rien d'autre que des gorgées de liquide amniotique, où nagent des débris épidermiques (grains de *sébum*, *lanugo*) : il en boit quelquefois trop, au point d'être pris de hoquet.

Les reins définitifs succèdent aux corps de Wolff : ils se constituent suivant le type fœtal ou adulte, du troisième au cinquième mois. L'urine se déverse dans l'eau de l'amnios, dont elle est une des sources principales.

Les organes génitaux internes (considérés comme androgynes pendant la période embryonnaire) évoluent alors vers le type sexuel masculin ou féminin, d'accord avec les indices révélés par l'examen des parties externes : ovaires ou testicules siègent d'abord près des reins, dans la région lombaire, puis ils descendent vers le bassin. Les ovaires s'y arrêtent définitivement. Les testicules continuent leur voyage (ou migration), traversent la paroi abdominale antérieure dans la région de l'aine et arrivent au fond des bourses où, dans l'état normal, ils sont installés au moment de la naissance à terme. On sait que la voie ouverte par eux livre quelquefois passage à l'intestin dans l'incommodité qu'on appelle hernie [1].

1. On trouvera, au chapitre qui traite des Maladies de la femme et de la mère, des détails complémentaires sur le développement de ces organes dans le sexe féminin.

Le squelette, au début muqueux ou celluleux, puis cartilagineux, se ponctue progressivement de dépôts osseux. Le premier « point d'ossification » qui se montre est celui de la clavicule (au trente-cinquième jour de la vie intra-utérine), puis, chaque semaine, chaque mois apporte un nouveau contingent. Aux approches du terme, apparaît dans l'épiphyse cartilagineuse du fémur, au genou, le point dit de Béclard. Il est bientôt suivi de son pendant de l'épiphyse tibiale voisine. Un nouveau-né pesant au moins 2 700 grammes et mesurant au moins 47 centimètres de stature peut être considéré comme ayant atteint l'âge de la maturité fœtale, s'il offre à la radiographie les deux points de genou qui viennent d'être mentionnés (Pozier).

Tandis que l'*épiderme* de l'embryon se laissait traverser par les courants osmotiques, la *peau* du fœtus est, comme celle de l'adulte, imperméable aux solutions salines, etc., et d'autant plus qu'au dernier trimestre elle sécrète cette graisse particulière, le sébum, qui enduit les téguments du nouveau-né. Le derme s'est différencié au troisième mois ; mais le clivage de la peau en deux lames distinctes (épiderme et derme) — comme à la suite d'une brûlure au deuxième degré, d'un vésicatoire, ou d'une ampoule due à des frottements répétés — n'est possible qu'à partir de six mois.

Les glandes de la sueur, un peu plus tardives que leurs congénères sébacées, ne s'ouvrent à la surface du corps qu'au septième mois.

Les poils émergent au plus tôt vers la fin du quatrième mois, où la loupe distingue quelques follets sur la tête. Ils sont devenus très nets au sixième mois. Caducs, ils se mêlent (lanugo) au liquide amniotique, avec lequel le fœtus peut les avaler.

Quant au système nerveux central, nous l'avons vu naître sous la forme de canal médullaire et se perfectionner de bonne heure, en vésicules cérébrales. Le cerveau donne à l'espèce humaine une indiscutable supériorité. Le tube nerveux primitif s'y allonge, s'y coude, s'y plisse, de manière à étendre sa surface et multiplier dans des proportions extraordinaires le nombre des cellules qualifiées pour percevoir et élaborer les impressions du dehors. Les *circonvolutions* et les sillons qui les séparent sont d'autant plus compliqués que l'intelligence s'affine davantage. Le cerveau qui caractérise l'*espèce* humaine est dessiné à huit mois ; pendant les dernières semaines qui précèdent la naissance, il se complète des plis que l'hérédité familiale accorde à l'individu. Les circonvolutions qui servent de support anatomique à la fonction du langage verbal (oral et écrit) se rencontrent spécifiquement chez les humains.

Pour terminer, rassemblons ici en un tableau les chiffres qui expriment la stature et le poids *moyens* du fœtus jusqu'à terme.

Dates.	Stature.	Poids.
Au bout de 3 mois.	15 centimètres.	40 grammes.
— de 4 —	20 —	120 —
— de 5 —	27 —	600 —
— de 6 —	33 —	1 200 —
— de 7 —	38 —	1 800 —
— de 8 —	44 —	2 500 —
A terme.....	50 —	3 250 —

CINQUIÈME PARTIE

LES ANOMALIES DU CORPS HUMAIN (TÉRATOLOGIE)

PAR LE DOCTEUR HENRI BOUQUET
Membre d'honneur de l'École d'Anthropologie

NAINS ET GÉANTS. ▰ LES ANOMALIES DU SQUELETTE. ▰ LES ANOMALIES DES MUSCLES. ▰ LES ANOMALIES DE LA PEAU. ▰ LES ANOMALIES DES ORGANES. ▰ LES MONSTRUOSITÉS.

De tout temps on a signalé des individus qui se distinguaient de leurs congénères par une anomalie plus ou moins marquée de leur structure. Objets de curiosité, de scandale ou de répulsion, suivant que cette anomalie était plus ou moins accentuée, blessait plus ou moins les r gards, suivant aussi l'idée que leurs contemporains se faisaient de l'origine de leur tare, ces malheureux ont été en butte, au long de l'histoire, à des persécutions et à des disgrâces de tout genre. On les a tenus pendant longtemps pour des enfants de bêtes, résultat d'accouplements monstrueux, pour des fils ou filles de démons, pour des témoins de la colère céleste envers des parents révoltés contre quelqu'une des volontés divines. Des lois spéciales ont même été édictées à leur égard et il a fallu la science moderne pour les remettre à leur place, pour dégager — au moins dans bon nombre de cas — la cause des malformations dont ils étaient porteurs, pour en faire, enfin, des victimes qu'il convenait de plaindre et non plus des monstres que l'on devait redouter, bannir, sinon supprimer.

Fig. 1. — PORTRAIT D'UN NAIN DU ROI PHILIPPE IV ▰ Don Antonio el Inglès, par Vélasquez. (*Musée du Prado.*)

C'est peu à peu, bien entendu, que ces notions se sont introduites dans nos connaissances et que la trop importante catégorie des anormaux a été étudiée, comprise et classée. Un nom domine l'histoire de cette partie des sciences naturelles, celui d'Isidore Geoffroy Saint-Hilaire et ce sera le seul que nous mentionnerons. Bien qu'elle date de 1837, sa classification est encore celle que l'on suit présentement. On a ajouté seulement, dans le cadre qu'il a tracé, des monstruosités étudiées depuis cette époque et quelques précisions sur ces « jeux de la nature », jeux cruels s'il en fut jamais.

Si nous avons prononcé le mot de « monstre », c'est qu'il demeure encore appliqué aux plus marquantes de ces anomalies. Nous ne devons pas moins le tenir pour fâcheux, car il entraîne une idée péjorative qui n'est plus de mise à une époque où nous avons abandonné les conceptions fabuleuses pour nous en tenir aux explications objectives. On comprendra donc qu'en

l'employant encore, nous déniions toute idée répulsive qui semblerait pouvoir s'y attacher. Au reste, on réserve en général le nom de monstruosités aux anomalies très graves, qui entraînent des difformités considérables ou sont plus ou moins incompatibles avec une vie normale. Malgré tout l'artificiel d'une classification de ce genre, il faut encore s'y conformer, faute d'en trouver une plus logique et aussi commode.

D'OU PROVIENNENT LES ANOMALIES ET LES MONSTRUOSITÉS? On verra, au cours des pages qui vont suivre, invoquer très souvent, comme cause des anomalies, un arrêt de développement embryonnaire. La partie du corps frappée par cet arrêt demeurera donc ce qu'elle était au moment où le phénomène s'est produit, tandis que le reste de l'organisme continuera à évoluer.

Cette théorie, exposée par I. Geoffroy Saint-Hilaire, a été, en ces derniers temps, fortement battue en brèche après avoir été acceptée sans conteste. Des chercheurs modernes ont voulu établir qu'il n'existait pas de plan préétabli de l'évolution de l'embryon humain et que, par conséquent, il ne saurait y avoir d'arrêt ni même de modification dans la réalisation de ce plan. L'œuf, disent-ils, se transforme sous l'influence de causes extérieures ou internes qui, dans l'immense majorité des cas, sont identiques, ce qui contribue à donner un type fixe pour chaque être. Si ces causes viennent à varier, le développement devient différent et on a un type dit anormal et qui est seulement *autre*, dont la diversité est presque sans limites. Le résultat n'est pas une anomalie à proprement parler, c'est une évolution différente.

Malgré que cette nouvelle conception de la tératologie semble s'appuyer sur des faits scientifiques bien établis, nous n'avons pas cru devoir la prendre pour guide. L'infinie variété des causes qui peuvent entrer en jeu fait qu'il serait toujours impossible, pour chaque cas particulier, de préciser celle qu'il faut invoquer. En outre, cette façon de voir exclut de la tératologie proprement dite, pour le faire rentrer dans la pathologie, tout ce qui est du ressort de causes mutilantes ou destructives. Pour ne pas compliquer inutilement cet exposé qui devait rester simple et concis, nous avons fait appel aux explications qui ont eu si longtemps cours. Cela nous a paru d'autant plus logique que, la plupart du temps, l'anomalie ayant pour effet de laisser un organe à un stade connu de la vie embryonnaire, il y a au moins

Fig. 2. — LE NAIN ROZOTTO ACCOMPAGNÉ DE SON PÈRE ET DE SON FRÈRE Cette photographie démontre que le nanisme n'est souvent qu'un accident dans une famille. (Cl. Pirès de Lima.)

l'apparence que ces explications ne sont pas absolument erronées. Il nous a semblé seulement nécessaire d'avertir nos lecteurs qu'il n'y a, dans les raisons que nous avons alléguées, à certains chapitres tout au moins, qu'une théorie passible d'objections d'ordre général et, pour ainsi dire, philosophique. Théorie transitoire comme elles le sont toutes, qui a seulement l'avantage de nous donner, des phénomènes bizarres que nous passons rapidement en revue, une explication acceptable et, en apparence au moins, satisfaisante.

Mais trop souvent, dans un système comme dans l'autre, la cause première soit de l'arrêt de développement, soit de l'évolution spéciale nous échappe. De sorte qu'en fin de compte, il nous reste beaucoup à découvrir en matière d'anomalies.

CHAPITRE I

NAINS ET GÉANTS

La première, on pourrait dire la moins surprenante des anomalies du corps humain, est sans doute celle qui a rapport à la taille des individus. Chacun sait qu'il est des hommes étonnamment petits et d'autres démesurément grands. Ce que l'on sait moins, c'est que, dans l'immense majorité des cas, il s'agit là de véri-

Fig. 3. — SQUELETTES DE GÉANT ET DE NAIN ▰ Les deux extrêmes de la taille humaine sont ici photographiés tels que l'on peut les voir dans une vitrine de la galerie d'anthropologie au Muséum. Le squelette du nain est celui de Bébé, favori du roi Stanislas de Pologne. (Cl. Hachette.)

tables malades dont la santé est viciée par des particularités d'ordre pathologique. Ce qui est intéressant en ce double chapitre, c'est justement de rechercher en quoi consiste le phénomène anormal qui a donné naissance à ces êtres différents des autres.

LES NAINS. ▰ ▰ La définition du nain est, à n'en pas douter, facile à fournir : c'est un être humain dont la taille est demeurée très au-dessous de la moyenne (fig. 1, 2 et 3). La difficulté commence lorsque l'on veut fixer le chiffre statural au-dessous duquel un homme est un nain. Quelques auteurs ont indiqué 1 m. 50 ou 1 m. 25, mais cette fixation est tout arbitraire. Il y a d'autres éléments qui doivent entrer en ligne de compte.

Existe-t-il, en effet, des sujets qui ne soient nains que par la taille et dont la structure et l'état de santé soient, mesures à part, normales? Malgré que quelques-uns l'aient soutenu, qui estimaient que c'étaient là des représentants de races naines de jadis, qui alléguaient les récits des temps homériques, l'existence des pygmées de l'Afrique centrale et de races animales anormalement petites (moutons ascons, chevaux des Shetlands, bœufs natos), qui même voyaient dans les nains ayant vécu autrefois l'origine des légendes où s'agitent farfadets et kobolds, ce « nanisme essentiel » n'est plus guère admis aujourd'hui. Ces nains parfaits semblent devoir rentrer dans le groupe des achondroplases.

L'achondroplasie est une affection caractérisée par l'arrêt de croissance des os longs dans le sens de leur longueur, l'accroissement en épaisseur étant, au contraire, plutôt exagéré. Le nain *achondroplasique* n'est pas, en somme, très différent d'un homme qui serait vu, comme on l'a dit, par le petit bout de la lorgnette. Néanmoins, si on l'examine attentivement, on constate chez lui une tête grosse, aux bosses frontales saillant de façon anormale, des membres courts et épais, des mains auxquelles leurs doigts égaux donnent une forme carrée (il y a assez fréquemment des soudures des doigts), des hanches épaisses atteintes, au moins chez quelques-uns, d'un léger degré de luxation.

Mais, tels que nous les décrivons, les nains achondroplasiques n'ont rien de repoussant. Ils sont généralement intelligents, parfaitement susceptibles de se reproduire et naissent, d'ailleurs, le plus souvent, de parents normaux, sans que nous sachions exactement la cause des lésions qui étouffent, pour ainsi dire, les cellules fertiles de leurs cartilages et les empêchent de jouer le rôle qui leur est assigné dans la croissance du corps.

Tout autres sont les nains *myxœdémateux*, qui constituent également une classe très importante de ces petits êtres. Le myxœdème est une maladie qui tient, d'après des recherches fréquemment confirmées, au défaut de développement et de fonctionnement de la glande thyroïde et peut-être d'autres glandes endocrines. Les myxœdémateux sont des sujets dont la croissance, dans toutes ses modalités, est retardataire. Ils sont petits, gros, ont une face de « pleine lune », bouffie, œdéma-

tiée, des membres sans modelé (on les dit « en colonne »), une peau épaisse et sèche, le poil (et notamment le cheveu) rare, des organes de reproduction atrophiés. Leur psychisme n'est pas plus développé : ils sont arriérés, apathiques, volontiers somnolents. Enfin, il faut les considérer comme incapables de se reproduire, tant qu'ils demeurent dans cet état. Cette réserve dans le pronostic assez fâcheux que l'on se croit en droit de porter sur eux dépend de ce fait que le myxœdème est améliorable, parfois curable, par l'usage de l'extrait thyroïdien qui, administré sans arrêt quoique avec des précautions qui exigent la surveillance du médecin, vient parer chez eux à la déficience d'une sécrétion indispensable.

Un troisième groupe de nains est représenté par les *rachitiques*. Sans insister sur cette maladie du rachitisme, à propos de laquelle on trouvera plus loin[1] des renseignements plus détaillés, rappelons qu'il déforme le squelette, courbe les os, « noue » les articulations ; il est facile de comprendre comment il peut faire des nains des enfants qu'il a touchés de façon sévère. Le nain rachitique, capable d'avoir des enfants, est à l'ordinaire assez difforme, avec sa tête élargie, ses membres contrefaits, sa colonne vertébrale irrégulière, son allure chétive et malade; mais tous les rachitiques ne sont pas pour cela seul des nains.

Le mal de Pott, ou tuberculose des vertèbres, produit des nains aussi en permettant l'effondrement des pièces osseuses malades et la déformation du rachis tout entier. C'est dire que ces sujets, les *pottiques*, sont nains parce qu'ils sont bossus. Ils ont donc la caractéristique de tous les infirmes de ce genre et notamment les bras qui semblent anormalement longs. Normaux pour tout le reste, ils peuvent être très intelligents, ont une réputation de malice qui ne paraît pas usurpée et fondent très souvent une famille où il est habituel que les enfants ne reproduisent aucune des tares paternelles.

A côté de ces grandes classes de nains, il suffit, pour être complet, de mentionner ceux qui doivent leur petite taille à l'insuffisance de leur système circulatoire (*anangioplasie*), ceux qui, sous des influences que nous ne connaissons qu'imparfaitement, présentent des signes de sénilité très précoce (*progerie*), ceux enfin qui restent petits par défaut de fonctionnement d'autres glandes endocrines que la thyroïde (*nanisme hypophysaire*). Ce sont là des raretés qu'il suffit de signaler.

Faut-il insister en terminant sur les nombreux nains qui ont joui d'une célébrité, variable dans ses motifs, depuis ceux que les rois entretenaient jadis dans leur « maison » (fig. 1), jusqu'à Tom Pouce qui monta sur les planches de plus d'un théâtre, en passant par Nicolas Ferri, dit Bébé, le nain du roi Stanislas de Pologne (son squelette est au Muséum de Paris et c'est un squelette de rachitique) (fig. 3), par Jeffery Hudson, officier de l'armée anglaise, par Godeau, évêque de Grasse, l'un des familiers de l'Hôtel de Rambouillet, etc? N'oublions pas que plusieurs nains ont eu l'honneur d'être peints par de grands artistes et que Velasquez (fig. 1), notamment, en a fait passer de la sorte quelques-uns à la postérité.

LES GÉANTS. Il n'est pas plus facile de délimiter le gigantisme que le nanisme (fig. 3). La taille de 2 mètres, à laquelle on veut arrêter la stature de l'homme normal, est tout aussi arbitraire que celle dont nous parlions tout à l'heure. Autre ressemblance : le géant est, la plupart du temps, un malade comme le nain. C'est, en outre, un malade qui en impose, au moins dans sa jeunesse, pour un homme particulièrement robuste. Sa maturité et sa vieillesse (si, chose rare, il en connaît une) viennent, au contraire, démontrer qu'il est, avant tout, un sujet pathologique.

Les géants sont, en effet, dans l'immense majorité des cas, atteints de l'affection appelée *acromégalie*. Elle est caractérisée par un développement exagéré de la tête et des extrémités. La première présente des traits brutalement accusés, un grand nez et de grandes oreilles, un maxillaire inférieur trop long, projeté en avant (menton en galoche), des arcades sourcilières saillantes. Les mains et les pieds atteignent une dimension inhabituelle ; les premières présentant la forme « en battoir ». Qu'y a-t-il sous cette maladie? Un trouble encore de la sécrétion interne ; cette fois, c'est l'hypophyse qui est en jeu, petit organe situé à la face inférieure du cerveau et contenu dans cette partie du squelette cranien que l'on nomme la selle turcique. Il semblerait, d'après les recherches les plus récentes, que le gigantisme est sous la dépendance d'une hypertrophie de cette glande et que l'acromégalie se constituerait ensuite par persistance des lésions. En tout cas, l'anomalie et la maladie proprement dite relèvent bien du même processus pathologique.

Les géants présentent, du reste, en plus de leur haute taille, des stigmates assez constants. Leur vigueur apparente n'est que passagère et Montastruc qui, vers la trentaine, faisait montre d'une force herculéenne, ne pouvait plus, quelques années plus tard, se tenir debout. Plusieurs d'entre eux offrent les caractères de l'infantilisme, avec une pauvreté typique du système pileux, un développement insuffisant des organes sexuels ; d'autres ont des membres inférieurs démesurés et atteints de déformations (*genu valgum*). Il faut mentionner, à ce propos, que les eunuques sont assez fréquemment des manières de géants et que les sujets atteints de gigantisme sont presque toujours stériles. Cet ensemble de troubles ferait supposer que l'hypophyse n'est pas seule en cause dans cette anomalie et que beaucoup d'autres glandes à sécrétion interne ont quelque responsabilité en cette matière.

Qu'à côté du type pathologique il existe un type normal de géants, qui ne seraient que des hommes ordinaires dépassant la commune mesure, cela paraît certain et divers sujets ont été très soigneusement examinés qui n'étaient, à cet égard, porteurs d'aucune tare. Mais la plupart du temps, il faut le retenir, c'est à des malades

1. Voir aux *Maladies des Enfants*.

que nous avons affaire et à des malades qui, fréquemment, ne deviennent pas vieux.

Ceci dit, quelle est la taille extrême qu'aient atteinte les sujets de ce genre? Le colonel chinois Chang, qui s'exhibait à Londres il y a une trentaine d'années, mesurait 2 m. 55 ; le musée Orfila possède le squelette d'un kalmouk qui ne lui fut inférieur que de 2 centimètres. Constantin, qui vint à Paris se montrer au music-hall, atteignait 2 m. 60 et enfin le « record », pour parler le langage actuel, semble détenu par Machnow, un Russe que l'on présenta à l'Olympia et qui avait 2 m. 85. Il y eut aussi des géantes, plus rares, quoi que puissent faire penser les boniments des forains. L'Allemande Marianne, avec ses 2 m. 45, semble la seule qu'il soit utile de mentionner.

L'histoire n'a retenu le nom que de quelques-uns de ces phénomènes, comme Walter Pearson, massier de Jacques Ier d'Angleterre, Cajanus, l'un des grenadiers de Frédéric II, qui collectionnait, on le sait, les hommes, grands et les frères Patrick O'Brien qui prétendaient descendre des premiers rois d'Irlande. De même, les géants furent-ils rarement peints par les artistes. Hogarth fit cependant cette faveur à Muller dont il nous a conservé les traits.

CHAPITRE II

LES ANOMALIES DU SQUELETTE

LA TÊTE. Il n'est pas exceptionnel que le petit enfant vienne au monde avec une tête plus ou moins déformée. Ce sont là disgrâces passagères et qui se réparent d'elles-mêmes, pour lesquelles, tout au moins, il faut formellement éviter tous les « modelages » réalisés soit avec la main, soit avec des liens compresseurs, modelages que les médecins eux-mêmes n'ont pas craint de recommander aux siècles passés et que certaines matrones n'hésitent pas à mettre en pratique de nos jours encore. Ce sont des manœuvres à la fois inutiles et dangereuses.

D'autant plus inutiles que lorsque la déformation est sérieuse, porte vraiment sur les os du crâne, la résignation est seule de mise. Elle est surtout pénible chez les *microcéphales*, sujets au crâne beaucoup trop étroit, boîte rigide et soudée enfermant un cerveau comprimé et également petit (fig. 4). Les infortunés porteurs de cette tare à leur naissance sont presque inévitablement idiots. Ce sont de pauvres êtres simiesques d'allure, coléreux et bavards, qui mènent une existence lamentable sinon pour eux, peu aptes à comparer, au moins pour ceux qui les entourent.

Fig. 4. — CRANE DE MICROCÉPHALE Ce crâne aux dimensions très inférieures à la moyenne ne peut renfermer qu'un cerveau comprimé et étroit. (*Muséum de Paris*, Cl. Hachette.)

Chez les *macrocéphales*, au contraire, les dimensions de la tête dépassent de beaucoup la normale. La macrocéphalie, la plupart du temps, s'accompagne d'hydrocéphalie. Il faut entendre par ce mot une accumulation de sérosité qui se fait dans les ventricules cérébraux, les distend et augmente considérablement le volume du crâne. Le visage de l'*hydrocéphale* contraste, par son amenuisement, avec cette coupole beaucoup trop vaste qui le surplombe et qui entraîne souvent de côté et d'autre tout l'ensemble, incapable de se soutenir dans la position normale. On a cité le cas d'un malheureux Italien dont la tête était si volumineuse et si lourde qu'il « était obligé de la soutenir avec des coussins placés sur chaque épaule ». Les os du crâne n'ont pas, chez ces infirmes, effectué leur soudure, les fontanelles qui bâillent entre eux demeurent exagérément grandes et très souvent des anomalies cérébrales sérieuses compliquent cette hypertrophie du crâne. Les hydrocéphales peuvent vivre d'une vie la plupart du temps misérable, mais un grand nombre succombent en bas âge et il n'est pas rare que ce soit au milieu de convulsions ou d'accidents nerveux de même ordre.

LA COLONNE VERTÉBRALE ET LES CÔTES. Le nombre des anomalies que l'on peut constater dans la structure de la colonne vertébrale est assez notable. Il n'y a que quelques mots à dire de la non-fermeture de cette arête dorsale en arrière, l'ouverture qui persiste ainsi pouvant donner issue aux enveloppes de la moelle et à une proportion très variable d'éléments nerveux. Diverse dans son importance et don-

Fig. 5. — MAIN PRÉSENTANT PLUSIEURS MALFORMATIONS RÉUNIES ⌀ L'index est court (brachydactylie), le médius et l'annulaire sont soudés (syndactylie), l'auriculaire est atrophié. (Cl. Pirès de Lima.)

nant, par conséquent, naissance à une tumeur recouverte de peau saine, de volume également variable, cette anomalie (*spina bifida*) entraîne fréquemment, lorsqu'elle acquiert un certain degré, la mort de l'enfant. Néanmoins, la chirurgie a, en pareil cas, beaucoup d'occasions d'intervenir et elle le fait avec succès lorsque l'état des lésions s'y prête. La chose est parfois assez dissimulée pour que le sujet lui-même ne s'en doute pas et pour qu'elle soit découverte un peu par hasard à l'occasion d'un examen médical portant sur la région.

Les vertèbres peuvent être en nombre irrégulier, trop grand ou trop petit. Il est rare que l'anomalie soit par excès : certains « hommes à queue » possèdent cependant des vertèbres coccygiennes en surnombre ; nous nous occuperons d'eux un peu plus loin.

La diminution du nombre des vertèbres est sans doute plus fréquente. Ce n'est que pour mémoire qu'il faut citer les hommes à qui manquent en totalité ou en partie les vertèbres qui constituent le coccyx ou même quelqu'une de celles qui forment le sacrum. Ce sont des cas tout à fait exceptionnels. Il convient, par contre, d'accorder quelque attention à la réduction du nombre des vertèbres par soudure, car la chose a été observée assez fréquemment et entraîne souvent de désagréables conséquences.

C'est la radiographie qui a permis de constater que, chez certains individus, les vertèbres du cou et même les premières vertèbres du thorax sont soudées en un bloc unique. De ce fait, l'insertion des premières côtes est reportée très haut et la poitrine semble commencer exactement sous le menton. Ce sont là les « hommes sans cou » dont les oreilles touchent les épaules, dont les cheveux sont implantés très bas, jusque sur le dos. Chez eux sont, en outre, très réduits les mouvements de la tête qui est généralement penchée de côté par un torticolis chronique et permanent. Anomalie compatible, d'ailleurs, avec une longue existence et dont aucune recherche n'a pu jusqu'ici nous donner la cause.

A l'autre extrémité de la colonne vertébrale, nous trouvons quelque chose d'analogue. Chez certains, la cinquième vertèbre lombaire qui, normalement, s'articule en haut avec la quatrième, en bas avec le sacrum, aliène sa liberté et se laisse pour ainsi dire gagner par l'exemple des vertèbres sacrées qui se sont fusionnées en un seul os. Elle se « sacralise », c'est-à-dire s'unit plus ou moins étroitement avec ses voisines. Ce n'est tantôt qu'un timide essai, qui est représenté par le grossissement et l'allongement de ses apophyses transverses, tantôt une franche articulation de ces apophyses avec le sacrum qu'en augmentant de volume elles sont parvenues à toucher, tantôt enfin la fusion complète et le sacrum à six pièces. Au point de vue causal, on a incriminé soit une suractivité des cartilages de la région à l'époque de leur ossification, soit un retour à des formes ancestrales. Toujours est-il que la perte de son individualité par une vertèbre plus ou moins déformée détermine des compressions de vaisseaux et de nerfs qui se manifestent par toutes sortes de troubles que dominent des douleurs vives, irradiant un peu dans tous les sens. Il s'ensuit aussi des déviations de la colonne vertébrale, de l'asymétrie du bassin, bref des conséquences au minimum fort gênantes. A vrai dire, peut-être a-t-on un peu abusé de la sacralisation

Fig. 6. — POLYDACTYLIE ⌀ Photographie d'un pied à huit doigts. La radiographie de ce pied a montré de nombreuses anomalies osseuses. Les os métatarsiens étaient au nombre de sept. (Cl. Pirès de Lima.)

supposée pour expliquer bien des désordres que l'on ne comprenait guère, mais il n'est pas douteux qu'elle existe parfois et que la chirurgie seule peut — et encore dans les cas peu accentués seulement — remédier à cet état de choses.

Passons aux côtes. Ici encore, c'est la radiographie qui nous a permis de constater une anomalie de nombre assez curieuse. Siégeant presque toujours dans la région cervicale, elle consiste dans la présence de côtes supplémentaires qui correspondent à la septième et dernière vertèbre de cette région. Là aussi, nous trouvons tous les degrés, depuis le simple allongement des apophyses transverses de cette pièce osseuse jusqu'aux côtes complètes venant se souder en avant, comme des côtes normales, au sternum. Comme intermédiaires, on peut rencontrer des côtes de 2 à 5 centimètres de longueur venant ou non s'attacher à la première côte régulière. Ces côtes surnuméraires, surtout si elles sont peu développées, restent assez fréquemment silencieuses. Quand elles manifestent leur existence, elles ne le font guère qu'à l'âge où la croissance du sujet est terminée. Ce sont alors, comme dans la sacralisation, des compressions de nerfs et de vaisseaux qui déterminent des engourdissements, des œdèmes locaux, des douleurs vives, des atrophies de groupes musculaires mal irrigués par le sang ou mal innervés, ou même des gangrènes. Anomalie réversive, a-t-on dit, c'est-à-dire rappelant une disposition normale chez de très lointains ancêtres préhumains (le jeune embryon humain a encore 29 paires de côtes). Cette recherche des causes est un peu vaine, au point de vue pratique, car la seule chose qui compte pour le malade, c'est la cessation des accidents dont il souffre. La chirurgie peut lui rendre ce service, mais elle ne le fait que moyennant certains risques, car la région est délicate, et il ne faut faire appel à son secours que lorsque la situation exige impérieusement d'être modifiée.

Fig. 7. — RADIOGRAPHIE D'UNE MALFORMATION CONGÉNITALE DE LA MAIN DROITE DITE « EN PINCE DE HOMARD » ✎ Il n'existe que deux doigts complets et des vestiges des autres doigts. (Radio du Dr Marie.)

LES MEMBRES. ✎ ✎ L'absence totale d'un ou plusieurs membres, la présence de membres supplémentaires rentrent dans la catégorie des monstruosités, d'après la classification arbitraire à laquelle nous avons fait plus haut allusion. Il ne reste donc à étudier ici que les modifications présentées par le squelette des membres. Elles constituent en général des anomalies en moins, c'est-à-dire qu'au squelette du bras ou à celui de la jambe on s'aperçoit qu'il manque un ou plusieurs os. Cette particularité a surtout été signalée à propos du cubitus à l'avant-bras (on en a réuni 71 cas), du tibia ou du péroné à la jambe (parfois des deux simultanément), de la rotule du genou. Il est d'ailleurs fréquent que cette absence d'un os ou de plusieurs soit incomplète, qu'il reste, à l'intérieur du membre, un noyau ossifié en tout ou en partie, représentant l'absent. Il est curieux de constater avec quelle facilité bon nombre d'hommes ainsi privés d'un des soutiens rigides qui constituent l'armature de leur corps peuvent s'accommoder de cette absence. Quand l'anomalie est par trop accentuée, cependant, ou porte sur un os vraiment indispensable, elle entraîne une impotence de gravité diverse et parfois même d'autres difformités, car on admettra qu'un pied, par exemple, qui s'articule communément avec les deux os de la jambe, ait peine à demeurer normal lorsqu'il lui manque un de ces voisins. Il est à remarquer aussi que, dans bon nombre de cas, l'anomalie principale n'est pas isolée. On peut signaler, comme exemple, qu'en l'absence des os de la jambe on a vu le fémur (qui appartient à la cuisse) se bifurquer à sa partie inférieure, comme si la nature avait esquissé une sorte de remplacement des soutiens absents, cela, d'ailleurs, sans le moindre succès.

L'explication de ces anomalies est très embarrassante à donner. Entre plusieurs théories, dont chacune a ses défenseurs, nous n'aurons pas le courage de choisir : toutes nous semblent trop hypothétiques.

Mais si nous avons passé assez rapidement sur les anomalies du squelette des membres, il nous faut nous arrêter plus longuement sur celles qui intéressent les extrémités et surtout la main (fig. 5 à 8). Elles sont, en effet, beaucoup plus fréquentes et plus apparentes que celles dont nous venons de parler.

Fig. 8. — BRACHYDACTYLIE — Ces mains aux doigts très courts, réalisant l'anomalie connue sous le nom de brachydactylie (mains carrées), sont celles d'une femme de cinquante ans atteinte d'achondroplasie et qui mesurait 1 m. 32 de taille. (Cl. Pirès de Lima.)

Il n'est pas absolument exceptionnel, en effet, de rencontrer des hommes qui ont plus de cinq doigts à la main ou plus de cinq orteils au pied, ce qui est moins facilement constatable. Cette singularité, considérée du point de vue absolu, est cependant assez rare pour qu'on ne la trouve que chez un enfant nouveau-né sur 5 000 à 6 000. Le plus fréquemment, les doigts sont au nombre de six, parfois de sept, de huit, et on en a compté bien plus, puisqu'on a rapporté l'exemple d'un homme qui avait treize doigts à chaque main et douze orteils à chaque pied. Ces doigts surnuméraires (ils constituent la *polydactylie*, fig. 6) sont, dans certains cas, complets, en ce sens qu'ils possèdent chacun leur métacarpien et le nombre d'os qui convient. Chez d'autres personnes, les doigts supplémentaires, placés ordinairement sur le bord de la main ou du pied, n'ont qu'un squelette rudimentaire, sinon introuvable. Une variété particulièrement fréquente (toutes proportions gardées, bien entendu) est la bifidité du pouce, et on a même vu les deux éléments constitutifs de ce pouce double posséder des mouvements indépendants.

La polydactylie est, à n'en pas douter, souvent héréditaire. On a même signalé des villages isolés ou des tribus où elle est la règle. « Variations », disent les partisans de cette hypothèse commode par laquelle on veut expliquer tout ce qui n'est pas normal. Un mot n'a jamais rien éclairci ; il vaut mieux passer en avouant une fois de plus notre ignorance. Mais il est consolant de terminer ces quelques mots en affirmant que, dans la très grande majorité des cas, cette anomalie est parfaitement curable, si du moins on procède à l'ablation du doigt surnuméraire dès le jeune âge. Il semblerait, d'après certains auteurs, que les doigts très incomplets que nous avons signalés aient une certaine tendance à se régénérer comme fait la pince amputée de certains crustacés. Le fait est certainement très rare et ne doit pas faire hésiter à corriger, quand la chose est possible, cette fantaisie de la nature.

Plus grave, à n'en pas douter, et moins accessible à l'action chirurgicale est l'anomalie par défaut ou *ectrodactylie*. Un doigt ou plusieurs peuvent manquer et cette irrégularité dans la structure s'accompagne parfois d'un phénomène semblable dans le membre lui-même (absence d'un os, par exemple). Particulièrement curieuse est la malformation où l'on ne trouve, à la main, que deux doigts, le pouce d'une part, l'annulaire ou l'auriculaire de l'autre. C'est la main en « pince de homard » (fig. 7). Certains hommes ainsi mutilés de naissance n'en ont pas moins acquis une remarquable habileté manuelle. L'ectrodactylie doit être mise évidemment sur le compte d'un arrêt de développement pendant la vie embryonnaire. Notre science ne se risque pas au delà de cette constatation.

Vient enfin la *syndactylie*, anomalie dans laquelle

deux ou plusieurs doigts sont soudés entre eux. Difformité qui présente plusieurs degrés, depuis l'existence d'une simple membrane à la base des doigts, laquelle rappelle la palmature de certains animaux, jusqu'à la fusion complète, les squelettes des doigts et les ongles pouvant même prendre part à l'union anormale. C'est une malformation souvent opérable, surtout dans ses formes les plus simples.

Ajoutons à ces difformités celles qui résultent simplement de la variation de volume des doigts et des mains. Si celles-ci sont très petites, on a la « main de poupée », fréquemment atteinte aussi d'anomalies osseuses, notamment de fusion des doigts. Si les doigts, au contraire sont, comme on l'a signalé, anormalement gros, on a affaire à la *macrodactylie*, ce qui n'est que la traduction grecque d'un mot qui n'explique rien.

CHAPITRE III

LES ANOMALIES DES MUSCLES

LES anomalies musculaires ne doivent pas nous arrêter. Les étudiants, en disséquant, s'aperçoivent vite qu'elles sont très nombreuses et généralement sans grande importance. Il y a des muscles qui manquent à l'appel, des insertions irrégulières, des muscles supplémentaires, sans que leur possesseur s'en doute un instant. Quelques absences musculaires peuvent cependant entraîner une déformation très apparente ou une gêne notable. Tel est le défaut du muscle grand pectoral, dont on a signalé quelques exemples.

Il convient également de noter l'existence, parfois, d'orifices anormaux dans l'épaisseur du diaphragme, cette cloison musculaire qui divise le tronc en deux étages.

Quand ces orifices existent et sont de dimension respectable, on peut voir des viscères abdominaux, comme l'estomac, se loger dans le thorax ou des organes thoraciques, comme le cœur, descendre dans l'abdomen. Ces fantaisies structurales sont d'ailleurs, en bon nombre de cas, compatibles avec une santé satisfaisante.

CHAPITRE IV

LES ANOMALIES DE LA PEAU

ON en connaît un bon nombre, dont quelques-unes ont rapporté à leurs possesseurs quelque fortune, les ayant fait tenir pour des phénomènes. A dire le vrai, elles leur donnent une bizarrerie qui soulève parfois une véritable répulsion. On a ainsi exhibé assez fréquemment, dans les cirques ou les baraques foraines, des individus que l'on présentait sous le nom d'homme-à-peau-d'éléphant, homme-poisson, homme-porc-épic, homme-crocodile, parce que leur peau, sèche, rugueuse, présentait des apparences d'écailles, des saillies anormales en forme de piquants ou une épaisseur extraordinaire. Il s'agit là d'une affection presque toujours apportée en naissant et qui est connue sous le nom d'*ichtyose* (de ἰχθύς, poisson), vice cutané plutôt que maladie et qui semble bien incurable, malgré que certains sujets l'aient vue, dit-on, disparaître à la suite d'une variole. Cette affection, souvent héréditaire (depuis cinq générations, a-t-on noté dans un cas), est d'origine parfaitement inconnue. Il y a quelques années, un avocat fit acquitter son client, un vagabond, en dévoilant chez lui cette bizarrerie, accompagnée de quelques autres tares physiques : on déclara cet homme anormal.

LA SCLÉRODERMIE (avec sa variété congénitale, le *sclérème*) est d'un genre analogue. Sa caractéristique est une peau dure, sèche, collée sur les tissus sous-jacents au point qu'on ne saurait la pincer entre les doigts. Cette malformation du tégument, qui limite singulièrement les mouvements du corps, est assez souvent fatale aux nourrissons. On l'a vue, cependant, persister jusqu'à l'âge adulte et, en 1897, s'exhibait à Paris, sous le nom d'homme-momie, un sujet de vingt-huit ans, aux membres étonnamment grêles, dont la peau semblait faire corps avec les os, au visage ridé et impassible, aux ailes du nez tirées, aux lèvres trop courtes pour recouvrir les dents, et qui était le type même du sclérodermique. Il est probable que les glandes à sécrétion interne ont encore, en l'affaire, une responsabilité.

L'ALBINISME est plus connu. On sait que l'on désigne, sous ce nom, une coloration particulièrement blanche de la peau, due à l'absence de pigment et qui s'accompagne de décoloration des cheveux, des cils, des sourcils, de l'iris et de la choroïde des yeux (la pupille étant particulièrement rouge) qui redoutent le grand jour et se tiennent toujours à demi fermés. Les « nègres

blancs » ne sont que des noirs albinos, ayant perdu la couleur habituelle de leur revêtement cutané. Les albinos sont en général peu vigoureux, mais le reste de leur anatomie est parfaitement normal. Aux albinos se rattachent les individus dits « tigrés » ou « mouchetés », lesquels sont, en somme, des nègres atteints d'albinisme partiel (fig. 9). La coloration normale de leur peau, tranchant sur les parties pâles, leur donne une apparence singulière qui en fait aussi des objets de curiosité. Les « grâces tigrées » que l'on vit dans un music-hall de Paris en 1905 étaient trois beaux échantillons de ces « nègres-pie », comme on les a très justement appelés.

LES VELUS. Il est des hommes — et des femmes — qui se distinguent de leurs congénères par une luxuriance extraordinaire de leur système pileux (fig. 10). Celui-ci peut, tout d'abord, être normalement abondant aux régions où il a coutume de siéger. Chez la femme, une chevelure longue et fournie a toujours passé pour un ornement enviable ; celles dont les cheveux atteignent 2 mètres et plus commencent à trouver, sans doute, la nature un peu trop prodigue envers elles. Chez l'homme, moustache et barbe démesurées sont à l'ordinaire peu prisées. Or les unes et les autres atteignent parfois des dimensions véritablement inattendues. Victor-Emmanuel d'Italie ne pouvait prendre ses repas avant que son valet de chambre n'eût soigneusement attaché les moustaches royales derrière les oreilles. Louis Coulon avait une barbe de 3 m. 30 de longueur et ses moustaches mesuraient 1 m. 50. On conviendra que voilà des ornements bien gênants, mais encore ne constituent-ils que l'exagération d'un caractère normal. Quand c'est la femme qui a barbe et moustaches, elle a le droit de s'en

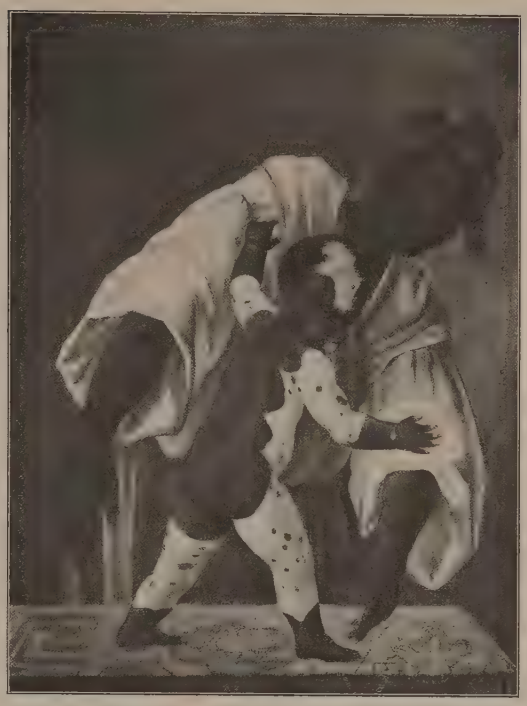


Fig. 9. — ALBINISME Ce tableau, que l'on peut voir dans l'escalier de la galerie d'anthropologie du Muséum, représente un enfant nègre atteint d'albinisme partiel (nègre-pie).

Fig. 10. — BIRMANS POILUS AYANT VÉCU NAGUÈRE A MANDALAY Ces Birmans représentent le type de « l'homme-chien » souvent réalisé chez les Aïnos. (Cl. Bourne et Stepherd, à Bombay.)

Fig. 11. — HOMME A QUEUE ▰ Cet homme est un représentant de la tribu des Bontocs appartenant à la race Igorrote qui vit dans les montagnes du nord-est de l'île Luçon (Philippines). (Cl. Forbin.)

trouver affectée. Il est vrai que ces poils regrettables ne poussent guère qu'à un âge où, si la coquetterie ne perd pas ses droits, elle a cependant tendance à diminuer. Les femmes à barbe ne sont pas rares à partir d'un certain âge.

Ce « virilisme » des femmes a été fort étudié en ces derniers temps, d'autant qu'un phénomène analogue se manifeste chez certains animaux où il est plus aisé d'en rechercher les causes. Ici intervient, pense-t-on, l'absence ou le silence d'une glande à sécrétion interne, laquelle n'est autre que l'ovaire qui, à un certain âge, cesse de fonctionner. S'il est, comme on a toutes raisons de le croire, le dispensateur des caractères spéciaux au sexe féminin, il est assez naturel que ces caractères fassent défaut lorsque le retour d'âge marque le déclin de la glande. Dès que cette déficience s'affirme, une autre substance, antagoniste de la sécrétion ovarienne et que celle-ci tenait jusqu'alors en respect, verrait alors son règne arrivé et imposerait à l'organisme des caractéristiques masculines. Les femmes à barbe, en effet, ne sont généralement pas seulement barbues; elles ont d'autres apparences de l'homme, la carrure épaisse, la voix forte, les muscles solides, et une chanson célèbre il y a cinquante ans ne nous l'a pas laissé ignorer. Il est vrai que dans quelques cas ce n'est plus le forfait de l'ovaire, mais une atteinte des capsules surrénales qui paraît être en cause, mais ce sont toujours, en somme, des glandes endocrines qu'il faut rendre responsables.

Le système pileux peut encore être exubérant d'autre façon : il peut se montrer là où il n'a que faire, couvrir entièrement le corps chez l'homme, ébaucher une queue de cheval dans la région lombaire, enlaidir le torse et les membres du beau sexe. On connaît des races entières ainsi velues jusqu'au visage qui disparaît sous les poils, tels les Aïnos, dont plusieurs représentants, venus en Europe, y ont été connus sous le surnom d'hommes-chiens. L'art a souvent représenté des hommes et des femmes extrêmement velus et le martyrologe renferme plusieurs saintes qu'une toison ainsi subitement apparue a préservées des désirs des tyrans. La légende de sainte Wilgeforte, qui a été longtemps célèbre, présente notamment des points particulièrement touchants.

LES HOMMES A QUEUE. ▰ ▰ De nombreuses descriptions d'hommes possédant un appendice caudal (fig. 11) à l'imitation des animaux figurent dans les récits des voyageurs anciens. Souvent, sans doute, ils se méprirent et confondirent des grands singes avec des hommes sauvages ainsi munis d'un organe inhabituel. Mais d'autres hommes à queue ont été bel et bien observés par des savants et dûment photographiés qui plus est. Les cas de ce genre ont été assez nombreux pour que l'on ait pu établir une classification des divers modes de cette anomalie. En premier lieu se placent les queues véritables, où l'on trouve une série de vertèbres coccygiennes supplémentaires; c'est un arrêt de développement, l'embryon humain possédant trente-huit vertèbres et ne perdant celles qui sont en excès que vers la neuvième semaine; viennent ensuite les queues rudimentaires, courtes, coniques, sans contenu osseux; dans une troisième classe se placent les queues triangulaires adhérentes; dans une quatrième, les queues longues, minces, comparables à celles des porcs; enfin, complétant la série, les queues qui contiennent simplement les vertèbres coccygiennes normales, mais saillant à l'extérieur.

C'est une question de savoir s'il a existé des peuplades d'hommes à queue. Certains récits très circonstanciés nous feraient pencher pour l'affirmative, mais leurs conclusions ont été très contestées. Quelques faits,

Fig. 12. — ONYCHOGRYPHOSE ▰ Le développement hypertrophique des ongles des deux gros orteils coïncide chez ce sujet avec l'existence d'un ulcère variqueux. (Cl. Henri Bouquet.)

dûment observés, d'hommes possédant des queues sont sans doute à l'origine de la légende des satyres, qui ont occupé une grande place dans la mythologie ancienne.

LES ONGLES. Il n'y a plus grand'chose à dire d'eux quand on a signalé leur soudure, qui accompagne souvent celle des doigts, et cette exubérance qu'on appelle l'*onychogryphose* (fig. 12). Il faut entendre par là qu'une hypertrophie avec développement exagéré et déformation des ongles (des orteils notamment) a parfois été observée chez les vieillards et coïncidait assez fréquemment avec des troubles dits « trophiques », comme l'ulcère variqueux, ou avec des anomalies de la peau, comme l'ichtyose. Faut-il vraiment considérer comme pathologique cette anomalie des ongles quand on comprend qu'il suffit d'une paire de bons ciseaux pour la faire disparaître et quand on se souvient qu'à certaines époques, comme dans la Chine moderne, il fut du dernier raffiné de laisser pousser ses ongles sans entraves, au point d'être obligé de les enfermer dans des étuis plus ou moins précieux pour éviter qu'ils ne fussent cassés ?

CHAPITRE V

LES ANOMALIES DES ORGANES

L'INVERSION DES VISCÈRES. On rencontre de temps en temps des hommes chez qui les viscères occupent une place diamétralement opposée à celle où l'on penserait les devoir trouver. Chez eux, le cœur et la rate sont à droite, le foie, le cæcum et par conséquent l'appendice sont à gauche et tout est ainsi disposé au rebours de ce que l'on voit chez les sujets normaux. De tout temps, on a signalé des faits de ce genre (le premier dans la littérature scientifique est peut-être celui que rapporta Cornelis Gemma au XVIe siècle), qui furent toujours des trouvailles faites à l'autopsie. Deux sont restés célèbres : l'un est raconté par Regnier, Bartholin, cité par Gui Patin et concernait un coupe-jarret qui avait voulu, avec quelques complices, tuer le duc de Beaufort en 1650; le second a été rapporté par Morand, qui était chirurgien des Invalides en 1660, et Molière s'en est sans doute inspiré quand il a fait dire à Sganarelle, dans *le Médecin malgré lui* (1666), la fameuse phrase : « Nous avons changé tout cela. »

De nos jours, bon nombre de faits du même genre ont été découverts et cela, grâce à la radiographie, du vivant même des individus. Au reste, les animaux nous offrent maint exemple d'anomalies semblables et, parmi l'une des plus simples et des plus communes, on peut noter le comportement de certains mollusques dont la coquille présente ses tours de spire enroulés exactement en sens contraire de la généralité.

Cette particularité de structure est tout à fait compatible avec une existence absolument normale : les rapports des organes entre eux demeurant les mêmes, leur fonctionnement n'est en rien entravé. La plupart du temps, sinon toujours, les « hommes à l'envers » ignorent totalement qu'ils présentent cette conformation curieuse.

En ce qui concerne l'origine de cette disposition inverse des viscères, ce que nous en savons nous porte à croire qu'il suffit d'un seul organe (c'est probablement le cœur) qui montre l'exemple et que tous font de même à sa suite. Le développement de l'embryon, qui se fait en général plus vite du côté gauche que du côté droit, vient-il à être troublé par une cause quelconque qui l'entrave, le côté droit profite du ralentissement des phénomènes à gauche pour prendre le commandement et voici, du coup, tous les organes qui se développent en sens contraire de la coutume. Cette explication, la plus récente que nous connaissions, aurait été confirmée expérimentalement.

LES YEUX. Les arrêts de développement déterminent le plus souvent des anomalies en moins des organes de la vision. Des cas ont été rapportés où les yeux manquaient complètement au moment de la naissance ; non seulement le globe de l'œil faisait défaut, mais aussi le nerf optique. C'est ce que l'on appelle l'*anophtalmos* qui, le plus fréquemment, accompagne d'autres difformités comme le bec-de-lièvre, la fissure du palais, l'absence d'un certain nombre de doigts. Les orbites elles-mêmes sont parfois absentes, mais paupières et glandes lacrymales peuvent cependant exister dans ces cas.

Les paupières peuvent également présenter des irrégularités de structure, soit que des fentes anormales les découpent qui, partant du bord libre, où sont implantés les cils, gagnent plus ou moins haut, soit que, trop étroites, elles ne recouvrent pas le globe de l'œil, etc. Quelquefois une troisième paupière, semble-t-il, constituée en réalité par un pli de la peau, recouvre une partie du globe dans sa portion interne et gêne considérablement la vision. L'iris est parfois atteint d'un vice de développement qui en supprime un des secteurs.

LES OREILLES. Pour cet organe aussi, les anomalies les plus marquantes sont caractérisées par l'absence de parties plus ou moins indispensables. Le plus fréquemment, c'est le conduit auditif externe et le pavillon de l'oreille qui ne sont pas là; dans des

cas plus sérieux, l'oreille moyenne peut faire défaut et le rocher lui-même être absent. De larges fistules enfin ont été vues chez quelques sujets, qui faisaient communiquer l'oreille externe avec le pharynx.

On a voulu considérer comme une anomalie (par atavisme, a-t-on dit) la faculté que possèdent certains hommes de remuer, dans des proportions diverses, le pavillon de leur oreille. Au fond, il s'agit d'un développement un peu exagéré des muscles auriculaires, très fréquent si on s'amuse à le rechercher, et parfois entretenu par ceux qui n'ignorent pas qu'ils se distinguent ainsi de leurs contemporains.

LE CERVEAU. On comprendra facilement que les anomalies d'un organe aussi capital que le cerveau soient difficilement compatibles avec une santé parfaite et une intelligence satisfaisante. Cependant des faits bien observés (et quelques-uns sont des plus récents) ont démontré que des individus ayant subi la perte d'une partie de leur substance cérébrale ont pu vivre normalement pendant de longues années et même sans montrer d'affaiblissement intellectuel. Il y a là une sorte de paradoxe qu'on a tenté d'expliquer par des suppléances qu'assumeraient les parties existantes à l'égard de celles qui ont disparu. Toujours est-il que ces faits curieux doivent nous rendre circonspects à l'égard des retentissements que peuvent déterminer les anomalies de structure de l'organe.

Nous le serons plus encore après avoir appris, dans les œuvres de tératologistes éminents, qu'on a vu des cerveaux dont les hémisphères étaient plus ou moins fusionnés, parfois même de façon complète, appartenant à des sujets qui ne montraient aucune infériorité de leurs facultés intellectuelles.

Il est cependant certain que les arrêts de développement du cerveau, qui sont rares, donnent couramment, à ceux qui en sont atteints, tous les caractères de l'idiotie lorsqu'ils affectent une certaine importance et surtout lorsqu'ils se produisent dans les parties antérieures de l'organe qui semblent être le siège des facultés psychiques supérieures; ce seront, au contraire, les fonctions motrices ou sensorielles qui seront affectées si l'anomalie porte sur d'autres parties du cerveau.

Quant à l'*encéphalocèle*, ou hernie congénitale de l'organe, conséquence d'un arrêt de développement portant cette fois non sur le cerveau lui-même, mais sur les os du crâne et s'accompagnant de distension particulièrement accusée des tissus au niveau des fontanelles, elle est rarement compatible avec une existence tant soit peu prolongée. C'est déjà une quasi-monstruosité.

CŒUR ET VAISSEAUX. Le cœur, comme le cerveau, est un organe d'une importance trop grande pour que ses anomalies puissent ne pas déterminer chez ceux qui en sont atteints des symptômes graves, caractéristiques, et menaçant notablement l'existence, lorsque encore elles ne la rendent pas impossible.

Pour qui a pu se rendre compte du mécanisme si délicat de la circulation, toute irrégularité de structure doit apporter à cette fonction un obstacle très sérieux. Toutes les fois que la contraction, si régulière, du rouage central est entravée, que la séparation indispensable entre les deux sangs veineux et artériel est possible, que la distribution du sang dans le corps rencontre un obstacle réel, il est difficile que la vie de l'individu soit normale. De fait, lorsque la lésion congénitale revêt une certaine importance, des accidents très graves s'ensuivent. Presque toutes les anomalies du cœur, si même elles n'atteignent pas ce degré prohibitif, et notamment celles qui consistent dans une communication entre les cavités droites et les cavités gauches, entraînent un ensemble de symptômes caractéristiques.

Le principal est la coloration bleue de la peau et des muqueuses (c'est ce que l'on appelle la maladie bleue ou cyanose congénitale) ; elle s'accompagne toujours d'une gêne profonde de la respiration, qui est courte et précipitée, de refroidissement des extrémités, de maux de tête, parfois de déchéance organique accentuée. L'avenir des individus ainsi construits est subordonné à la gravité et à la multiplicité des anomalies, celles-ci étant souvent associées. Certains des enfants porteurs de ces tares meurent en quelques heures, d'autres en un ou deux ans, et rares sont ceux qui parviennent à l'âge adulte. Les rétrécissements des orifices artériels donnent lieu à des signes très voisins et compliquent, au demeurant, assez souvent les communications irrégulières entre les cavités.

Les autres anomalies décrites (cœur double, cœur incomplet) sont plus graves encore et franchement incompatibles avec la vie. Toutes rappellent un état plus ou moins avancé de l'évolution de l'organe au cours de la période embryonnaire : ce sont des arrêts de développement.

Quant aux anomalies des vaisseaux, on peut, comme pour les muscles, considérer qu'elles sont d'une fréquence extrême. Sauf lorsqu'elles consistent en abouchements irréguliers dans le cœur ou portent sur de très gros troncs artériels ou veineux, elles n'ont guère d'importance réelle pour leur porteur.

VOIES RESPIRATOIRES. Nez trop long, nez trop court, mal implanté ou dévié, tout cela représente, évidemment, au point de vue esthétique, des disgrâces, mais on ne saurait en faire des anomalies. La division du nez en deux parties par un sillon vertical (le duc d'Alençon, frère de Henri III, n'était-il pas ainsi pourvu ?) peut à peine figurer parmi ces dernières.

Plus sérieux sans doute est le rétrécissement des narines ou des fosses nasales ou encore l'absence de la cloison qui les sépare l'une de l'autre. Mais nous ne constatons encore là que des irrégularités anatomiques peu graves et d'ailleurs très rares.

Il est remarquable, d'une façon générale, que les anomalies des voies respiratoires soient parmi les moins

fréquentes, si l'on en excepte les véritables monstruosités. En ce qui concerne les poumons, notamment, leur valeur est médiocre, puisque l'absence de l'un de ces organes, constatée chez quelques individus, semble ne leur avoir causé qu'une gêne modérée et même inconstante de la respiration. Que le poumon droit soit divisé en deux lobes au lieu de trois ou qu'au contraire le gauche offre trois lobes au lieu de deux, nous n'y verrons pas des modifications anatomiques dignes d'intérêt.

APPAREIL DIGESTIF. Il n'est personne qui n'ait rencontré des enfants dont la lèvre supérieure (plus rarement l'inférieure) est creusée d'une fente qui se dirige vers les narines et quelquefois les atteint. Elle peut exister d'un seul côté ou sur les deux. C'est le bec-de-lièvre. Chez ces petits, la soudure qui, régulièrement, doit s'effectuer entre les trois bourgeons qui concourent à former la lèvre supérieure (la seule dont nous parlerons), ne s'est pas faite; il reste un vide qui intéresse parfois l'os, dans d'autres cas se limite aux parties molles et peut même remonter sur les joues plus haut que les ailes du nez. Lorsque c'est le bourgeon médian qui n'a pas atteint son développement, on a affaire à la gueule-de-loup. Toutes ces infirmités sont gênantes (pour la parole et pour l'alimentation) et défigurent singulièrement leurs victimes.

Les choses s'accusent encore lorsque c'est plus profondément, dans la bouche, que la fusion entre les bourgeons en question ne s'est pas faite. Le voile du palais est alors divisé en deux par une fissure médiane qui peut, elle aussi, intéresser plus ou moins le squelette osseux de la face. Ajoutons que la chirurgie parvient, dans l'immense majorité des cas, à remédier à cette disgracieuse et sérieuse déformation.

Si nous passons aux dents, nous trouvons des anomalies extrêmement nombreuses. Elles peuvent porter sur leur nombre, leur disposition, etc. On peut voir des dents complémentaires, qui trouvent difficilement la place de se loger et doublent parfois les dents normales. On peut voir des canines s'implanter au milieu des molaires. D'autres dents vont prendre racine en des endroits où elles n'ont que faire et jusque dans l'orbite, comme en fait foi une récente communication à l'Académie de Médecine. Dans d'autres circonstances, on constate que deux ou plusieurs dents sont soudées entre elles, n'en formant plus qu'une seule et l'on a cité des individus (Pyrrhus, roi de Macédoine, dit-on) chez qui toutes les dents d'une mâchoire, fusionnées entre elles, ne formaient qu'un seul bloc.

Peut-on, à côté de ces curiosités qui relèvent du dentiste ou du chirurgien, faire autre chose que signaler les anomalies d'évolution qui font que quelques enfants ne possèdent de dents qu'à un âge avancé, tandis que d'autres, trop précoces, en sont munis dès le jour de leur naissance (comme Louis XIV, dit la tradition), ce qui n'est pas sans désagrément, sinon sans danger, pour leur nourrice.

La langue, elle, peut être attachée trop étroitement au plancher de la bouche par un frein ou filet trop court. Fait rare, que l'on croyait autrefois des plus fréquents et auquel on entendait remédier par la section du frein; c'est une opération qui s'est faite jadis couramment, que l'on confiait même aux matrones et dont on a reconnu aujourd'hui l'inutilité dans l'immense majorité des cas. Il nous en est resté l'expression populaire : « Celle qui lui a coupé le filet n'a pas volé ses cinq sous ». Ajoutons que la langue a été vue quelquefois bifide, rappelant alors la langue des serpents.

Les anomalies de l'œsophage ne doivent pas nous arrêter : ce sont, en général, des rétrécissements dont le terme extrême est l'imperforation du conduit. Inutile de montrer les graves conséquences qui en peuvent résulter.

Les viscères digestifs, estomac, intestin, sont parfois déplacés et ce sont les principales anomalies que l'on constate chez eux. Nous avons déjà vu que le diaphragme était, chez quelques sujets, modifié dans sa structure par des orifices permettant le passage, justement, de certains de ces viscères dans la poitrine. D'autres fois, ils font issue hors de l'abdomen par des orifices naturels qui ont seulement gardé une béance qu'ils auraient dû perdre à une certaine époque. C'est ce qui constitue les hernies, du moins celles que les enfants apportent en naissant. Nous n'en dirons rien, car il n'y a guère de différence entre ces hernies et celles qui se produisent dans un âge moins tendre sous diverses influences et qui seront traitées dans une autre partie de l'ouvrage. Cependant, il convient de signaler que les hernies par l'ombilic sont surtout fréquentes au moment où l'enfant fait son entrée dans le monde. Quand elles sont de médiocre volume, le moindre bandage en vient à bout. Si elles affectent, au contraire, un développement considérable, contiennent, comme cela s'est vu, la plus grande partie des viscères abdominaux, y compris même le foie, la situation devient grave et elle peut même, dans les cas extrêmes, demeurer en dehors des possibilités chirurgicales et incompatible avec la vie.

Autre grosse anomalie du tube digestif, son imperforation. L'anus, chez les sujets qui en sont atteints, demeure clos. Parfois, il existe une ouverture, mais qui ne donne accès que dans un cul-de-sac. Disposition qui rappelle celle de l'embryon à l'âge où le rectum en haut, la dépression anale en bas marchent au-devant l'un de l'autre pour établir la communication indispensable entre le dedans et le dehors. Cette marche, pour une raison qui nous échappe, s'est arrêtée, la communication ne s'est pas faite. Pour que l'enfant vive, il faut que le chirurgien l'établisse artificiellement. Il le fait quand la distance qui sépare les deux tronçons du tube n'est pas trop grande. Quand elle affecte une longueur trop importante, il est impuissant et l'enfant meurt avec les symptômes de l'occlusion intestinale.

Ne pouvant entrer dans le détail du développement embryonnaire qui aboutit à la conformation normale de

toute la région où voisinent étroitement l'intestin et les organes urinaires (il est étudié dans l'*Embryologie*), nous nous contenterons de signaler que c'est cette évolution qui conditionne, par les arrêts qui l'interrompent, non seulement les imperforations possibles, mais encore les abouchements anormaux du rectum, qui peut s'ouvrir dans la vessie, par exemple, ou dans les voies génitales féminines. L'arrêt de développement peut aussi entraîner la persistance d'un cloaque où s'unissent voies intestinales et voies urinaires. C'est toujours le chirurgien qui demeure le dernier juge dans les dispositions de ce genre. Souvent il peut réparer l'œuvre incomplète de la nature; dans d'autres cas, il doit laisser les choses en l'état et la situation en demeure tellement grave que, la plupart du temps, elle est mortelle.

LE FOIE ET LA RATE. S'il est possible de supposer un être humain vivant privé de quelques organes secondaires, nous avons déjà vu qu'il en est, pour lui, d'indispensables. Le foie est du nombre, en raison des multiples fonctions essentielles qui lui incombent. Aussi, parmi les nombreuses anomalies de cet organe, n'en trouvera-t-on jamais qui en diminuent l'importance, sans quoi l'individu ne tarderait pas à succomber. Par contre, on le découvre parfois doublé d'un foie accessoire et un cas semblable a été présenté voici quelques mois à la Société Anatomique. Le foie principal avait la forme d'un jambon dont la grosse extrémité était tournée à droite; le foie complémentaire, en forme de coin, s'insinuait entre le premier et le diaphragme. Il n'y avait qu'une vésicule biliaire. Chez certains, ces foies accessoires se logent dans la poitrine. On a vu aussi cet organe divisé en lobes plus ou moins nombreux par des sillons anormaux.

La division en lobes est également l'anomalie la plus fréquente de la rate ; elle peut aller assez loin pour que cette glande apparaisse double, triple, voire quintuple et plus encore.

LES REINS. Organes aussi indispensables que le foie, les reins ne sauraient non plus faire défaut chez un être vivant, mais, sur les deux, l'un peut manquer. Au reste, il est encore assez fréquent de voir des hommes se contenter d'un rein, l'autre ne fonctionnant pas par suite de maladie ou d'ablation chirurgicale. Lorsque cette simplification existe à la naissance, il est presque constant que le rein unique offre un développement plus grand que la normale.

La lobulation des reins se voit comme celle du foie ou de la rate; cependant une des anomalies les plus fréquemment rencontrées sur cet appareil est certainement la fusion des deux reins en un seul. Celui-ci est alors situé sur la ligne médiane du corps, devant la colonne vertébrale et prend une forme en fer à cheval. La fusion peut, au demeurant, n'être pas aussi accentuée et consister en un contact plus ou moins intime de l'un des pôles (supérieur ou inférieur) des deux organes.

L'uretère, qui conduit les produits d'excrétion du rein dans la vessie, peut se rencontrer double pour un seul côté. Il est des cas où, rompant, pour des raisons analogues à celles que nous avons invoquées à propos de l'intestin, avec la disposition coutumière, il va s'aboucher dans le rectum ou dans d'autres organes voisins, donnant lieu tout au moins à de désagréables incontinences.

LA VESSIE. C'est toujours à des arrêts de développement dont l'origine nous reste mystérieuse qu'il faut rapporter la plus importante des anomalies de la vessie. Connue sous le nom d'*exstrophie*, cette anomalie consiste dans sa béance à l'extérieur par suite d'absence de la partie des téguments du ventre qui doivent la recouvrir, s'accompagnant de défaut de la paroi antérieure de l'organe lui-même. Ici encore l'incontinence constitue un symptôme rendant proprement la vie intolérable ; de plus la muqueuse vésicale, exposée constamment à des infections venues du dehors, complique singulièrement la situation. Aussi faut-il confier au chirurgien le soin de remédier à cette infirmité, qui s'accompagne la plupart du temps d'autres anomalies portant sur les os du bassin ou les organes de cette région.

L'APPAREIL GÉNITAL. Il faudrait, pour être complet, consacrer un développement considérable à ce paragraphe, car nulle part peut-être les anomalies ne sont aussi nombreuses et aussi complexes que dans les organes reproducteurs.

En ce qui concerne le sexe féminin, on trouvera bon nombre de ces vices de conformation, les plus courants, décrits dans la partie de cet ouvrage qui traitera des maladies de la femme. Nous n'en parlerons donc pas ici.

Si l'on considère le sexe masculin, les irrégularités de structure sont moins variées.

D'importantes concernent les testicules. Chez quelques individus ils peuvent avoir marqué un temps d'arrêt dans leur évolution ou dans la migration qui les extériorise en les faisant descendre de l'abdomen dans le scrotum. C'est cette dernière variété d'anomalie qui est la plus fréquente, puisqu'on la rencontrerait, d'après certaines statistiques, chez un homme sur 1 000 environ. Cette *cryptorchidie*, qui entraîne, si elle persiste, la stérilité, peut être, dans bon nombre de cas, réparée chirurgicalement. Ce sont les cas où la glande a déjà commencé sa descente et où il ne reste plus qu'à la compléter.

Il est des hommes qui ne présentent qu'un testicule au lieu de deux et la cryptorchidie unilatérale peut alors être en cause. Chez d'autres, on a noté la fusion des deux glandes en une seule. Enfin, chez d'autres encore, il existe trois testicules; la légende, sinon l'histoire, attribue cette conformation à quelques hommes connus.

Les anomalies de l'urètre sont relativement fréquentes. Deux d'entre elles méritent d'être surtout notées : l'épispadias, qui consiste dans l'ouverture du canal à la face supérieure du pénis, et l'hypospadias, qui est caractérisé, au contraire, par son ouverture à la face inférieure

de cet organe. C'est ce dernier que l'on observe le plus souvent. L'un et l'autre ont, au point de vue de la fécondation, de grands inconvénients.

LES MAMELLES. L'histoire encore nous enseigne que certaines femmes plus ou moins célèbres possédaient un nombre de mamelles supérieur à ce que l'on voit habituellement. Anne de Boleyn, notamment, aurait présenté cette particularité qui n'aurait pas été étrangère à son sort tragique. C'est une anomalie relativement fréquente non seulement chez les femmes, mais aussi chez l'homme.

Pour être rudimentaires, en effet, les mamelles de l'homme n'en existent pas moins, au point qu'on les a vues parfois sécréter du lait. Les vieux auteurs ont accumulé à plaisir les histoires de ce genre et plusieurs d'entre elles nous montrent des hommes qui parvinrent à allaiter des enfants privés de leur mère. Il y a là un remarquable exemple de ce que peut obtenir, lorsqu'elle est doublée d'un grand désir de réussite, la sollicitation d'une glande qui, en d'autres circonstances, fût restée inactive. L'explication peut paraître un peu superficielle, car on pourrait croire la glande mammaire parfaitement incapable, dans le sexe masculin, de répondre à cet appel. Les faits, cependant, ne sont pas contestables, pas plus que ceux, très nombreux, qui nous montrent une sécrétion lactée existant, dès les premiers jours, dans les mamelles de petits enfants.

Que ce soit chez la femme ou chez l'homme, les mamelles supplémentaires sont à l'accoutumée en nombre pair et symétriquement disposées deux par deux. Elles sont, en outre, plus ou moins volumineuses. On les rencontre, soit dans l'aine, soit dans l'aisselle, soit à proximité des glandes normales. On attribue cette *polymastie* à un rappel ancestral, c'est-à-dire à une disposition rappelant celle qui existait chez les animaux que la théorie transformiste suppose avoir été les ancêtres de l'homme.

Comme autres anomalies des mamelles, signalons celle qui consiste dans leur inégalité de volume et qui n'est pas rare, et encore la conformation vicieuse du mamelon, qui peut constituer un très sérieux obstacle à la pratique de l'allaitement maternel.

LES HERMAPHRODITES. La nymphe Salmacis, s'étant éprise du fils de Mercure et de Vénus, lequel repoussait ses avances, l'enlaça étroitement et demanda aux dieux que leurs deux corps n'en fissent plus qu'un. Ils l'exaucèrent et il en résulta un être qui possédait à la fois les deux sexes, ce fut Hermaphrodite, dont la sculpture et la peinture antiques ont reproduit les traits à profusion.

L'hermaphrodite serait donc, par définition, un être réunissant en lui non seulement les caractères extérieurs, mais aussi les organes sexuels de l'homme et de la femme. Cette disposition, normale chez beaucoup d'animaux (pour ne pas parler des plantes chez qui elle est courante), est heureusement exceptionnelle dans l'espèce humaine. On peut même douter qu'elle puisse s'y voir complète. Si on examine, d'autre part, comment elle peut se réaliser, on constate que c'est encore par une entrave du développement normal de l'individu. Celui-ci, jusqu'à une certaine époque de la vie intra-utérine, possède les deux sexes, du moins en puissance. A ce moment, il se décide, si l'on peut dire, pour l'un ou pour l'autre : les organes qui doivent former le sexe définitif continuent donc à évoluer, les autres disparaissent. Si, par une déviation de cette loi embryologique, le développement persiste pour les deux à la fois, on va vers l'hermaphrodisme, mais celui-ci demeure, en général, très incomplet.

Il peut ne porter que sur les organes externes et c'est le cas le plus fréquent, le plus souvent décrit aussi, car cette apparence extérieure suffit à provoquer des erreurs d'état civil, des enquêtes judiciaires, des recherches médico-légales. On a vu ainsi des hommes être considérés longtemps comme des femmes et réciproquement, ceci d'autant plus qu'il n'est pas rare que l'évolution psychique de ces anormaux, reflétant leur anomalie physique, leur inflige des tendances et des habitudes qui sont l'apanage du sexe dont ils semblent faire partie, tout en appartenant à l'autre.

Mais il est des cas où l'anomalie ne se limite pas à ces organes externes et où elle s'affirme plus profonde. Elle peut même se compliquer d'un excès dans le nombre des organes. La confusion devient de plus en plus compréhensible et les erreurs de sexe plus excusables. Jusqu'ici, néanmoins, nous n'avons affaire qu'à des hommes présentant une conformation féminine, à des femmes que l'on prend pour des hommes. C'est un mélange de caractères appartenant à l'un ou l'autre sexe, ce n'est pas un sexe double, suivant la définition de l'hermaphrodisme.

Pour que celui-ci existe, il faut que non seulement les organes externes et les voies génitales plus ou moins superficielles soient doubles, il faut aussi que l'individu possède les glandes du mâle et celles de la femelle, les testicules et les ovaires. Encore — et c'est ce qui rend légitime le scepticisme que nous risquions tout à l'heure — cette fusion n'est-elle jamais qu'anatomique. Au point de vue physiologique, elle est inexistante. Il est constant que, dans les cas rarissimes où cet hermaphrodisme complet a été constaté, l'un des deux sexes l'emporte sur l'autre et surtout que ni l'un ni l'autre des organes essentiels ne soit en état de fonctionner de façon satisfaisante.

Complet ou incomplet, anatomique ou physiologique, l'hermaphrodite reste un être totalement anormal, profondément isolé et malheureux. Les histoires d'individus présentant cette anomalie — et que l'on a racontées partout avec une certaine complaisance — sont, en général, purement lamentables. On nous excusera de n'y pas insister.

CHAPITRE VI

LES MONSTRUOSITÉS

NOUS ne reviendrons pas sur la classification dont nous avons donné le principal au début de cette étude. Nous voici sortis des anomalies simples et les hermaphrodites nous ont servi à les relier aux véritables monstruosités, qui nous occuperont maintenant. Les monstres (toutes réserves faites encore une fois sur cette appellation) se divisent en deux grandes classes suivant qu'ils sont constitués par un individu unique ou qu'ils sont doubles.

Fig. 13. — HÉMIMÈLE ⌀ Cet enfant, âgé de dix ans quand il fut photographié en 1915, était atteint d'hémimélie caractérisée chez lui par l'absence des deux mains et d'un pied. (Cl. Pirès de Lima.)

MONSTRES UNITAIRES. ⌀⌀ Il est impossible de passer en revue de façon complète toutes les monstruosités qui peuvent exister chez les êtres humains au moment de leur naissance. En ne parlant que des plus fréquentes, nous nous excusons du véritable musée des horreurs que cette évocation constitue encore, sauf en ce qui concerne les premiers dont nous parlerons.

Ces monstres parfaitement viables et qui n'offensent pas à un point bien marqué notre vue, ce sont les infortunés qui sont nés avec des membres plus ou moins diminués, parfois manquant complètement. S'agit-il ici d'arrêts de développement proprement dits ou de mutilation, cela dépend des cas ; il en est, en effet, où des brides anormales de l'amnios, la membrane la plus interne parmi celles qui entourent le fœtus dans le sein de sa mère, sont les coupables : elles ont entravé en partie ou complètement l'évolution des parties embryonnaires qui devaient constituer ces membres.

Car parmi ces anormaux, il en est qui conservent encore des membres, seulement très diminués dans leur longueur et singulièrement modifiés dans leur structure intime. Lorsque la monstruosité s'arrête là, on les appelle des *hémimèles* (fig. 13). Va-t-elle plus loin, l'individu n'a plus, par exemple, de bras, mais il a des mains, qui semblent s'attacher directement sur l'épaule. Au membre inférieur, ce seraient les pieds qui paraîtraient sortir immédiatement du bassin. Ces monstres s'appellent *phocomèles* (fig. 14). Un degré de plus et les membres supérieurs ou inférieurs ont complètement disparu. C'est à ces malheureux *ectromèles* que la langue populaire a donné le nom d'hommes-tronc. On sait que plusieurs hommes ainsi construits ont pu néanmoins vivre très vieux et même gagner leur vie autrement qu'en embrassant la profession de mendiant, qui semblait leur convenir tout spécialement. Ambroise Paré en signalait déjà quelques-uns au XVIe siècle. De nos jours, on en a montré d'autres et il est classique de rappeler que Ducornet, qui naquit sans bras, était parvenu à peindre de façon très remarquable en se servant de ses pieds.

Il est d'ailleurs fréquent que cette infirmité congénitale soit limitée à un seul membre et la situation s'en trouve immédiatement beaucoup moins grave.

A dater de ce moment et jusqu'à ce que nous abordions l'étude des monstres doubles, nous ne verrons plus que des êtres incapables de vivre et dont l'intérêt est par conséquent moins grand, sauf au point de vue scientifique.

Voici, par exemple, les monstres *célosomiens*, carac-

térisés par la non-soudure des parois qui doivent normalement s'unir pour réaliser la protection des organes situés dans le thorax ou l'abdomen. On assiste alors à l'extériorisation de masses viscérales plus ou moins importantes et une division a été établie qui tient compte des organes ainsi placés en dehors du corps. Supposons que tout, en ce genre, a été vu et décrit, du plus simple au plus complexe et sachons seulement que ce sont là des êtres non viables qui sont, du reste, toujours porteurs d'autres monstruosités qui peuvent intéresser toutes les régions de leur organisme.

Transportons dans la région cérébrale cette monstruosité et nous aurons les *exencéphales*. Mais ici le vice de structure va parfois plus loin encore, car on peut constater l'absence complète du cerveau et de la boîte cranienne, comme si celle-ci avait renoncé à se développer, n'ayant plus de rôle à remplir. Dans ces cas d'*anencéphalie*, l'arrêt de développement ne saurait toujours être invoqué comme origine. On a pu analyser suffisamment certains cas pour démontrer qu'il s'agissait bien d'un phénomène pathologique, que le cerveau avait existé à un moment donné et qu'une maladie, une infection probablement, l'avait ultérieurement détruit. Inutile d'insister sur ce que cette monstruosité présente d'incompatible avec la vie. On a tout au plus observé quelques-uns de ces monstres qui ont donné signe d'existence pendant un petit nombre d'heures.

Pour la face, les monstruosités sont plus horribles que n'importe où, mais elles sont aussi beaucoup plus rares. On n'a guère à mentionner que la *cyclopie* et l'*otocéphalie*.

La première nous est connue par la légende des cyclopes, notamment de ceux qui servaient d'ouvriers au divin forgeron Vulcain. Les monstres qui portent leur nom ne possèdent, eux aussi, qu'un seul œil, situé au milieu du front et qui garde encore en certaines de ses parties, chez quelques-uns, la trace de la duplicité qui aurait été normale. Certains de ces cyclopes présentent, au-dessus de leur œil unique, une sorte de trompe, qui est le rudiment de l'appareil olfactif, atteint lui aussi d'un vice fondamental de structure.

Si ce sont les oreilles qui se rapprochent anormalement de la ligne médiane, parfois jusqu'à s'y fusionner complètement, on a affaire à l'otocéphalie. Ces deux monstruosités dépendent d'un vice de développement du système nerveux. Il est donc tout à fait exceptionnel qu'elles ne soient pas complétées par d'autres monstruosités, plus ou moins graves. En tout cas, l'importance de leur origine fait que ceux qui en sont porteurs meurent avant même que de naître.

Encore la vie serait-elle pour eux possible, théoriquement. Il n'en est plus de même pour les plus rudimentaires des monstres, ceux à qui on a donné le nom d'*Omphalosites*. Ceux-ci sont caractérisés par cette particularité qu'ils manquent d'un très grand nombre d'organes et notamment des plus indispensables, comme

Fig. 14. — UN PHOCOMÈLE ▱ Homme atteint de malformations multiples et symétriques : phocomélie des membres inférieurs, pieds à orteils et mains botes. (Cl. Pirès de Lima.)

le cœur. Cependant ils parviennent à vivre dans la matrice parce qu'ils sont nourris par le sang qui leur vient à travers les voies placentaires. Ce sont, de plus, toujours des jumeaux offrant avec l'autre jumeau des connexions vasculaires qui leur permettent encore de profiter du sang maternel. Mais, aussitôt le cordon ombilical coupé, ils meurent. Quant à ce qui leur manque, outre la tête, presque toujours absente, inutile de le rechercher. C'est ce qui leur reste qui serait plus facile à décrire. Les plus simples sont réduits à une sorte de sac auquel appendent parfois un ou deux membres.

MONSTRES DOUBLES. ▱▱ Avec les monstres doubles, nous entrons dans un domaine qui paraîtra peut-être à quelques-uns plus familier, en raison du nombre de phénomènes de ce genre que l'on a l'occasion de voir dans les baraques de foire, les cirques ou les musées d'anatomie ambulants. On n'en veut pour exemples que les veaux à deux têtes ou les moutons à cinq pattes dont l'exhibition est courante. Il faudrait leur ajouter tels individus de cette catégorie dont on a beaucoup parlé à toutes les époques et dont les types les plus connus sont les frères Siamois, Rosa-Josepha ou Radica-Doodica. Tandis qu'en effet les monstruosités simples, objet de répulsion, sont à jamais cachées dans les collections des écoles de médecine, les monstruosités doubles sont souvent beaucoup moins répugnantes et il est courant que, objet

Fig. 15. — DEUX PYGOPAGES ⌀ Ces deux fillettes, unies au milieu de la région du bassin, ont été photographiées sur une plage américaine. (Cl. International Newreel.)

d'une curiosité d'ailleurs assez malsaine, elles soient exploitées par des montreurs de phénomènes et plus tard par les sujets eux-mêmes ; il n'est même pas rare que ce soient les parents qui considèrent que leurs enfants anormaux sont une source de profits, alors qu'à première vue il semblerait qu'ils n'en dussent montrer nulle fierté.

Les monstres doubles sont considérés, de façon courante, comme le résultat de la fusion de deux embryons jumeaux provenant d'un même vitellus. Critiquée par certains auteurs qui voulaient, au contraire, les regarder comme issus d'un seul embryon ultérieurement séparé en deux, c'est cependant cette théorie dualiste qui rend le mieux compte des particularités relevées sur ces êtres. Elle est renforcée par cette constatation que les individus doubles sont on peut dire toujours du même sexe, ce qui est également la loi dans les cas de gémellité univitelline.

On divise les monstres doubles en deux grandes classes. La première, qui porte le nom de *monstres parasitaires*, comprend les cas où l'un des deux composants est manifestement beaucoup plus petit et surtout beaucoup moins évolué que l'autre ; la seconde, celle des *monstres autositaires*, renferme les cas dans lesquels les deux composants sont égaux en développement.

MONSTRES PARASITAIRES. — Les monstres parasitaires sont évidemment beaucoup plus proches que les autres des monstruosités simples que nous venons de passer en revue ; dans la classe la moins élevée de ces monstres, nous sommes, en effet, en présence d'individus qui paraissent normaux et qui contiennent cependant, dans leur intérieur, des fragments anatomiques appartenant au jumeau qui ne s'est que très imparfaitement développé.

Kystes fœtaux. — Il y a quelques années, on opéra à Mostaganem une fillette indigène de trois ans d'une énorme tumeur qu'elle portait à la fesse gauche et qui ne cessait de grossir. A la dissection de cette tumeur, on trouva un embryon de 7 centimètres de longueur, porteur, paraît-il, de grandes oreilles et dont le crâne était couvert de poils.

Ce fait, que l'on retrouve à toute les époques, est le type même du kyste fœtal. Il y a là inclusion d'un jumeau dans l'autre et, autant que nous puissions le savoir, le fœtus inclus était complet. Supposons qu'il ne le fût pas, imaginons-le réduit de plus en plus à des parties embryonnaires diverses, isolées et de moins en moins importantes, et nous aurons toute la gamme des inclusions de ce genre. En fin de compte, nous arriverons à des tumeurs ne contenant plus que des dents, des poils ou d'autres éléments de ce genre.

On a soutenu longtemps que les *kystes dermoïdes* n'étaient autre chose que des kystes fœtaux extrêmement rudimentaires. On appelle ainsi des tumeurs qui se rencontrent un peu partout, mais surtout sur les glandes génitales et dans la région de la queue du sourcil et qui contiennent des dents, des poils, des débris sébacés, rarement autre chose. A l'heure actuelle, la théorie qui en faisait des monstruosités restreintes n'est plus guère admise : ce sont, dit-on, des simples développements anormaux de tissus ou d'organes. Nous permettra-t-on de faire remarquer que c'est là une simple constatation de fait et que cette explication n'explique rien? Celle qui assimilait ces kystes à des monstres doubles extrêmement incomplets était plus satisfaisante, mais il ne convient pas de discuter dans un ouvrage comme celui-ci. Acceptons donc, jusqu'à nouvel ordre, la théorie en faveur.

Les vrais kystes fœtaux peuvent se trouver dans la peau et l'exemple donné plus haut est le type de cette variété ; d'autres fois on les découvre dans l'abdomen, le rectum ou même ailleurs encore. La plupart du temps ils sont au début bien supportés, mais deviennent progressivement très gênants. Ce sont les symptômes pathologiques qui conduisent à l'intervention chirurgicale et celle-ci qui fait reconnaître leur nature. Il est exceptionnel que le diagnostic puisse être établi avant ce moment.

Polygnathes et polymèles. — Dans ces deux variétés de monstres doubles, il s'agit d'enfants présentant un

parasite qui, au lieu d'être situé à l'intérieur du sujet, est visible au dehors, mais réduit à quelques organes simples et parfois rudimentaires.

Chez les polygnathes, ce parasite constitue l'ébauche d'une seconde tête, mais n'offrant ordinairement à la vue qu'une mâchoire supplémentaire qui s'insère sur l'un des maxillaires du sujet complet. Parfois la monstruosité est nette et d'un certain volume ; dans d'autres, elle est assez peu importante pour que l'on puisse la comparer à celles que présentent les monstres unitaires. Les exemples de cette monstruosité sont d'ailleurs très rares et l'on ne connaît pas d'individu de ce genre qui ait longtemps vécu.

Chez les polymèles, ce n'est plus une mâchoire ou une ébauche de tête qui constitue le parasite, mais un membre et, dans la très grande majorité des cas, une jambe. Les moutons à cinq pattes que nous évoquions tout à l'heure sont des exemples de cette monstruosité. On connaît des humains qui l'ont présentée très nettement. Du nombre est un nommé Lentini (fig. 16) qui s'exhibait à Paris en 1912. Une description faite *de visu* à l'époque déclare que l'on voyait partir de sa hanche droite, à peu près au niveau de la fosse iliaque externe, un membre surajouté constitué par une courte masse charnue, épaisse, à laquelle faisait suite une cuisse légèrement incurvée, puis une jambe présentant un certain degré d'atrophie musculaire et se terminant par un pied bot. Ce membre surnuméraire jouissait de quelque mobilité volontaire et de sensibilité. Lentini repliait, en dehors des séances, sa jambe supplémentaire, la fixait en arrière par une courroie de cuir et, lorsqu'il était habillé, l'anomalie passait inaperçue. Ceci n'est qu'un exemple d'une monstruosité qui a été plusieurs fois signalée. Par contre, nous ne sachions pas que des membres supérieurs supplémentaires aient été observés chez l'homme.

Hétérotypiens et hétéraliens. — D'autres fois, c'est une tête seule qui représente le parasite. Elle est fixée sur le sujet principal soit dans les environs de l'ombilic, soit, au contraire, loin de celui-ci. En réalité, cette dernière variété est seulement représentée par les cas où la tête supplémentaire est soudée à la tête du sujet crâne à crâne. Cette monstruosité n'est connue que par deux observations dont l'une concerne un individu double ayant vécu cinq ans et qui mourut d'accident au bout de ce laps de temps. La tête parasite montrait, paraît-il, certains mouvements très limités qui lui appartenaient en propre et une certaine sympathie de sensations avec l'autre ; c'est ainsi que lorsque l'enfant tétait la tête adjointe offrait les signes d'une évidente satisfaction.

Quant aux monstres chez lesquels la tête parasite est visible dans la région de l'ombilic, il n'en existe que quelques observations toutes plus ou moins incomplètes et surtout sujettes à caution. Des gravures anciennes, dues notamment à Ambroise Paré, nous les représentent conformés de façon presque esthétique et, en tout cas, parfaitement régulière. C'est là un enjolivement qui n'a rien à voir avec la réalité. Les descriptions que nous connaissons nous montrent, au contraire, des têtes accessoires, petites, parfois incomplètes, greffées sur un cou quelquefois assez long, mais toujours mal faites, implantées irrégulièrement, et en somme, parfaitement monstrueuses.

Dans le genre précédent, nous avions l'apparence (mais l'apparence seulement) d'un corps contenu dans un autre et dont la partie supérieure était seule visible au dehors. Chez les monstres qui termineront pour nous la série des monstres parasitaires, nous constatons que le parasite est plus complet et fait la transition avec les autositaires dont nous parlerons plus loin.

C'est ainsi que certains monstres présentent un parasite qui, contrairement à ce que nous venons de voir, semble un corps accessoire contenu aussi dans le principal, mais dont sont extériorisées des parties beaucoup plus importantes, membres inférieurs, bassin et parfois une partie du thorax. Les exemples n'en sont pas extrêmement rares et plusieurs individus conformés de la sorte se sont exhibés dans des lieux publics et ont vécu jusqu'à

Fig. 16. — UN POLYMÈLE ▰ Le polymèle Lentini, qui est représenté dans cette figure, repliait sa jambe supplémentaire et la fixait de telle façon qu'habillé il paraissait normal. (Cl. A. Lumière.)

un âge assez avancé. Malgré que les sensations de ce parasite, qui semble avoir, pour ainsi dire, plongé tête en avant dans son conjoint, mais auquel, en réalité, manquent la tête et souvent d'autres parties du corps, soient parfois ressenties par celui-ci, les parasites de ce genre offrent une conformation extrêmement irrégulière et leurs appareils viscéraux et nerveux sont tout ce qu'il y a de plus imparfait. On a cité des *hétéradelphes* de ce genre qui se sont mariés et ont eu des enfants tout à fait bien constitués.

Le parasite peut être plus complet encore et représenter un corps accessoire implanté sur le principal et qui se caractérise par des dimensions beaucoup plus petites que celles de ce dernier. Au reste, ce parasite est porteur d'anomalies très notables : il lui manque une partie de ses membres inférieurs, par exemple, et ses membres supérieurs, ainsi que sa tête, présentent des vices de structure caractéristiques. Il en était du moins ainsi dans les deux hétéropages que l'on connaît et dont l'un a vécu jusqu'à vingt-deux ans au moins, tandis que l'autre était mort-né.

MONSTRES DOUBLES AUTOSITAIRES. — Il ne s'agit plus ici d'un parasite petit et attaché à un corps principal bien développé. Le développement est le même pour les deux individus attachés l'un à l'autre de façon plus ou moins étroite.

Fig. 17. — MONSTRE MONOMPHALIEN DÉRODYME. La radiographie de ce monstre a montré deux colonnes vertébrales distinctes se soudant vers le sacrum, un seul cœur, une seule aorte. (Cl. Bernard, Bruxelles.)

Cette union peut aller jusqu'à la fusion, que celle-ci s'opère dans la partie inférieure du corps ou dans la partie supérieure.

La fusion réalisée dans la partie supérieure des deux corps donne des monstres que l'on a classés en deux catégories suivant que la tête unique, qui surmonte les deux corps distincts, présente ou non des signes visibles de sa duplicité primitive. Les présente-t-elle? on peut avoir devant soi la véritable tête que la mythologie prête au Janus antique, celle dont les deux faces regardent dans deux sens diamétralement opposés et sont également bien conformées. D'autres fois, on sera en présence d'un être dont une des faces est normale, l'autre n'étant qu'ébauchée ou incomplète, représentée seulement par un œil et deux oreilles ou même par une oreille unique, l'œil même ayant disparu. Les monstres ainsi conformés que l'on a connus n'ont jamais vécu plus de quelques heures. Leur double tête rendait d'ailleurs leur venue au monde très difficile s'ils n'étaient toujours nés avant terme, c'est-à-dire à une époque où le développement de cette monstruosité était imparfait.

Lorsque la duplicité de la tête ne se laisse pas apercevoir, la difformité est évidemment moindre. La soudure des deux corps peut, au reste, se faire plus ou moins haut. Cette monstruosité est à peu près inconnue chez l'homme, malgré que les auteurs anciens en aient donné des représentations qui s'avèrent à première vue comme parfaitement fantaisistes.

Au contraire, parmi les monstres dont les deux individus sont unis par la partie inférieure du corps en un seul, tandis que les parties supérieures sont entièrement distinctes (et qui présentent, par conséquent, la forme d'un Y), on peut voir des êtres très viables et ayant même vécu parfois assez longtemps. Au nombre des phénomènes de ce genre, qui ont donné lieu à une classification assez compliquée et qu'on nous dispensera de reproduire, il faut citer Rita-Christina, qui naquit (ou plutôt naquirent) en 1829 en Sardaigne et qui ont été l'objet d'études très intéressantes. Christina était notablement mieux portante et plus robuste, plus vive, que sa sœur. Elles vécurent huit mois. Elles éprouvaient séparément la sensation de la faim, mais le besoin inverse était simultané chez les deux, ce que l'on comprendra facilement si l'on considère que la partie initiale du tube digestif était séparée en deux et que la terminale leur était commune. L'autopsie montra que Rita avait des malformations du cœur. Un autre monstre de ce genre, né pendant le règne de Jacques V d'Angleterre, offrait cette particularité que ses deux moitiés ne vivaient pas toujours en bonne intelligence. Les frères Tocci, qui vivaient encore en 1913, atteignirent un âge assez avancé pour se marier (avec deux femmes, bien qu'ils n'eussent qu'un seul corps à partir du sternum). Certains de ces monstres sont unis très haut et ne font qu'un jusqu'au cou. C'est seulement, chez eux, la tête

Fig. 18. — MONSTRE DOUBLE ECTOPAGE. La radiographie de ce monstre, dont les deux sujets sont unis sur toute la hauteur du thorax, montre l'indépendance des deux colonnes vertébrales et l'existence de deux artères aortes issues d'un cœur unique. Elle fait noter, d'autre part, la fusion des deux squelettes à la hauteur du thorax et leur indépendance dans les autres régions. (Cl. Dubly.)

qui est double. On n'a jamais observé, dans l'espèce humaine, de sujets de ce genre qui aient vécu.

Nous voici arrivés aux plus parfaits des monstres doubles, ceux qui vraiment ont deux corps d'une extrémité à l'autre et qui sont seulement soudés en un point variable, mais limité, de leur anatomie. La variabilité même de ce point où se fait la soudure a permis d'en établir plusieurs classes. Mais elle a une conséquence plus sérieuse encore. En certains cas, il n'y a qu'un pont qui relie les deux organismes et ce pont de chair ne contient, dans les variétés les plus heureuses, que peu ou pas d'organes importants. Chez d'autres, l'union se réalise en des régions beaucoup plus délicates et complexes et cache une structure très modifiée des parties internes, au point que des viscères très importants peuvent être fusionnés.

On reconnaît, dans ces monstres doubles autositaires, depuis Geoffroy Saint-Hilaire, deux grands groupes. Les *eusomphaliens* sont des monstres dont les deux composants ont chacun un ombilic distinct. On distingue parmi eux les *pygopages* (fig. 15), unis dans la région fessière, les *métopages*, qui se confondent au niveau du front, les *céphalopages* (fig. 19), dont les deux têtes sont soudées par le sommet. Chez les *monomphaliens* (fig. 17), l'ombilic, au contraire, est commun. Les divisions qui ont été introduites dans ce groupe nous donnent à considérer séparément les *ischiopages*, réunis dans la région hypogastrique, les *xiphopages* (fig. 20), soudés seulement dans la région qui s'étend de l'extrémité inférieure du sternum à l'ombilic ; les *ectopages* (fig. 18) et les *sternopages*, unis sur toute la hauteur du thorax, les uns latéralement, les autres face à face ; les *hémipages*, enfin, dont la réunion s'étend au cou et même aux mâchoires.

Nous pouvons, en suivant cette classification, montrer les différences fondamentales qui séparent ces différents genres au point de vue de la structure interne. Si les xyphopages ne présentent souvent qu'un lien charnu ne renfermant que des organes peu importants, les pygopages, qui paraissent unis aussi peu étroitement qu'eux, possèdent, au contraire, des soudures osseuses fort complexes qui modifient singulièrement leur structure et entraînent des difformités viscérales graves. Les sternopages offrent également à considérer des anomalies osseuses complexes qui conduisent à des anomalies très importantes du cœur et, en tout cas, à la réunion des deux cavités thoraciques en une seule. Chez les ectopages, qui ne représentent qu'une exagération des précédents, les difformités internes sont du même genre et vont plus loin encore, puisqu'elles aboutissent à l'unicité du cœur et parfois à la fusion des deux intestins.

Fig. 19. — MONSTRE DOUBLE CÉPHALOPAGE ▰ Ce monstre a été observé à Francfort-sur-le-Mein. (Cl. de la « Umschau ».)

Il s'ensuit que, si quelques-uns de ces monstres offrent assez souvent à la chirurgie l'occasion de détruire une monstruosité à tout le moins pénible et dangereuse et de rendre la liberté à deux infortunés, les autres catégories ne permettent pas cette intervention de l'homme qui désirerait réparer l'œuvre cruelle de la nature. Quelques-uns d'entre eux, d'ailleurs, comme les sternopages et les ectopages, n'ont jamais vécu plus de quelques heures. Dans les autres catégories, au contraire, on trouve des individus ayant vécu parfois très vieux et ayant généralement passé leur existence (sauf très louables exceptions) à s'exhiber un peu partout et à gagner ainsi leur vie. Ceci nous amène à examiner ce que sont devenus la plupart des monstres de ce genre que l'on a connus et qui ont fait parler d'eux.

Un premier groupe serait constitué par ceux de ces monstres que l'on n'a pas tenté de séparer ou qui n'ont pas voulu l'être. Ce sont de beaucoup les plus nombreux. Leur histoire se termine toujours, un peu plus tôt ou un peu plus tard, de la même façon. L'un des deux sujets tombe gravement malade et meurt ; l'autre ne survit que quelques minutes, rarement quelques heures. Soudé à un cadavre avec lequel il offre des connexions intimes — et notamment circulatoires — et parfois des organes communs, il est rapidement envahi par les poisons qui en proviennent. Les Engelschen de Fangazo meurent au même instant. Hélène-Judith, en 1723, succombent à vingt-deux ans à quelques minutes d'intervalle. Quand Mary Chulkhurste est près de rendre l'âme, on propose à Eliza, qui lui est attachée par le bassin, de la séparer de sa sœur. « Comme nous sommes venues ensemble, répond-elle, nous partirons ensemble », ce qui se fit six heures plus tard. C'est, a-t-on conté récemment, la réponse que fit Rosa lorsqu'on voulut la séparer de Josepha mourante. Nous savons, d'ailleurs, qu'en raison des malformations osseuses et nerveuses, la séparation n'aurait probablement sauvé personne. Tcheng et Eng, les fameux frères siamois, qui étaient des xyphopages, avaient aussi refusé toutes les interventions proposées par les chirurgiens ; à soixante-trois ans, une pneumonie emporta l'un d'eux, l'autre mourut quelques heures après. Nous ne savons ce que sont

devenues Millie-Christine, que l'on avait surnommées le « rossignol à deux têtes »; elles avaient cinquante-deux ans en 1898.

Nous n'avons cité là que des monstres parvenus à l'âge adulte. Combien d'autres ont succombé plus précocement ! On peut rappeler ainsi les Agrippines au bassin commun qui furent autopsiées par Riolan en 1605, étant mortes à un an; les craniopages qui étaient exhibés en 1913 à l'exposition de Gand et dont nous n'avons plus eu de nouvelles, et tant d'autres, parmi lesquelles les thoracopages étudiés par Ambroise Paré en 1572.

C'est en 1495, semble-t-il, que la première séparation des deux individus constituant un monstre double fut effectuée par Sébastien Münster sur un métopage. Étant donné ce qu'était la chirurgie à cette époque, rien d'étonnant que l'opération se soit soldée par un échec complet. En 1700, Treyling sépare (au moyen de caustiques, dit l'histoire) deux pygopages qui n'y résistent pas. En 1860, Boehm désunit, quelques heures après leur naissance, les deux sujets d'un xyphopage dont le pédicule était dépourvu d'organes importants; l'un d'eux, le plus faible, succombe aussitôt, l'autre vivait encore cinq ans plus tard. En 1840, un xyphopage nègre avait été opéré par Jose Brito y Boïn; l'un des deux individus a été revu beaucoup plus tard à Cuba, il avait soixante-six ans.

Nous arrivons ainsi aux faits modernes, beaucoup plus instructifs, parce que plus complets. En 1881, Biaudet et Bugnion séparent le xiphopage Marie-Adèle à Lavey; aucun des deux sujets ne survit : il semble qu'une hémorragie grave venue de la section d'un lambeau commun du foie ait été la cause de leur mort. En 1899, Chapot-Prévost opère au Brésil, dans des conditions particulières de difficulté, Maria-Rosalina, soudées par le thorax. L'opération était nécessitée par l'état grave de Maria, qui mourut d'ailleurs six jours après ; Rosalina a survécu plus d'un an. En 1902, Doyen désunit Radica-Doodica, toutes deux tuberculeuses, et Doodica étant presque mourante. L'opération dura vingt minutes, la perte de sang ne dépassa pas 30 grammes. Doodica mourut en quelques jours; Radica survécut plusieurs années, mais chez elle aussi la tuberculose accomplit son œuvre.

En 1914, Mignot et du Bouchet séparent Marie-Anne et Anne-Marie, du groupe des pygopages. Toutes deux sont mortes : l'une très rapidement, l'opération ayant occasionné dans les enveloppes de la moelle des délabrements dont on ne se rendit pas compte tout d'abord, l'autre quelques années plus tard, sans que l'on possède de détails sur cette fin, à laquelle l'intervention paraît tout à fait étrangère. Enfin en 1914 également, Le Filliâtre opère un xiphopage, Madeleine-Suzanne, et opère plus rapidement qu'il ne l'aurait voulu, en raison de l'état précaire de la première. Deux jours après, celle-ci mourait. Quant à Suzanne, on a pu constater qu'elle était à huit ans une robuste fille d'une intelligence remarquable.

De cette énumération rapide et incomplète quelles conclusions peut-on tirer? Il est d'abord intéressant de remarquer que les opérations faites dans les tout premiers temps de la vie de ces monstres ont ordinairement mieux réussi que les autres. Il serait peut-être indiqué, en conséquence, de les séparer précocement. Une règle stricte doit présider à ces interventions : elle édicte de ne séparer deux êtres vivants, soudés au cours de leur développement, qu'à la condition de ne sacrifier aucun d'eux, de ne pas faire courir à l'un plus de risques qu'à l'autre. Ceci interdit toute opération lorsqu'il existe des organes communs qui exigeraient de véritables tours de force chirurgicaux, si encore ils n'étaient pas impossibles. D'autre part, il est indiqué d'opérer et de passer outre à bien des considérations lorsque la maladie fatale de l'un des sujets est un danger certain pour l'autre. Laisser celui-ci attaché à celui qui va mourir, c'est le condamner à mort de façon impitoyable. L'intervention seule donne quelques chances de sauver le bien portant. Il n'y a donc pas à hésiter.

Fig. 20. — MONSTRE DOUBLE XIPHOPAGE ◪ Ces deux sujets ont été séparés en 1914 par le Dr Le Filliâtre. L'un des deux est actuellement vivant. (Cl. Le Filliâtre.)

LES MONSTRES TRIPLES. ◪ ◪ Il y a quelques années, un journal de Belgrade rapportait l'histoire suivante :

« Un paysan de vingt-trois ans, nommé Zivota Zakovitch, s'est présenté à l'hôpital porteur, dans la région abdominale, d'une tumeur qui le faisait beaucoup souffrir et dont l'existence lui était connue depuis sa plus tendre enfance. On le garda en observation pendant trois jours, puis on décida qu'une opération était indispensable. Elle fut pratiquée dans le service de clinique du professeur

Kositch. On trouva dans l'abdomen du patient un kyste uni aux organes voisins par des vaisseaux importants.

« L'extraction demanda plus de deux heures. Quand on ouvrit le kyste, on reconnut qu'il contenait deux fœtus. L'un mesurait 0 m. 25, possédait une tête, un cou, un thorax, une main gauche, un pied droit et des organes dénonçant son sexe masculin ; l'autre était réduit à une tête. »

Qu'est-ce autre chose, cette relation, qu'une observation de monstre triple? Tout en mettant en doute plusieurs des cas semblables rapportés par ses devanciers, Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, déjà, concluait que les monstres triples existaient, et on en connaît actuellement une dizaine (y compris les inclusions fœtales du genre de celle que nous venons de résumer). Ce qui n'empêche que cette monstruosité est très rare.

Quant à son origine, elle découle de ce que nous avons dit plus haut à propos des monstres doubles. Ceux-ci étant le produit d'une grossesse double univitelline, le monstre triple est le produit d'une grossesse du même genre, mais à trois germes.

N'allons pas plus loin, par prudence scientifique. Il n'y a rien qui puisse nous permettre d'affirmer que les monstruosités multiples, c'est-à-dire dépassant le nombre de trois composants, soient impossibles. Mais les quelques cas cités jusqu'à présent paraissent ou des faits mal interprétés ou, comme dit le fondateur de la tératologie, des récits fabuleux.

COMMENT NAISSENT LES MALADIES

PREMIÈRE PARTIE

L'HÉRÉDITÉ

PAR LE DOCTEUR OCTAVE BÉLIARD

L'HÉRÉDITÉ ANCESTRALE. — L'HÉRÉDITÉ INCIDENTELLE.

CHAPITRE I

L'HÉRÉDITÉ ANCESTRALE

TOUT être vivant — végétal, animal, humain — est un descendant d'êtres vivants. Il appartient à sa race. Les accidents de son existence propre pourront individualiser ses formes et son comportement. Il pourra lui-même, dans une certaine mesure, acquérir ou perdre des qualités et des aptitudes et sans cesse remodeler, s'il est homme, le relief de sa personnalité tant morale que physique, tourner à son profit ou à sa perte ses dispositions naturelles. Mais il naît avec un fonds intangible de caractères hérités, qui constituent un patrimoine. Il porte en lui, dans l'ordre morphologique, dans l'ordre physiologique et psychologique, dans l'ordre pathologique même, des traits fondamentaux qui sont ceux de sa lignée et qu'il léguera à ses descendants.

Parmi les êtres organisés, un très grand nombre — les plus nombreux — sont issus d'un *unique parent*. J'envisage ici les espèces qui se reproduisent, soit constamment, soit périodiquement, soit circonstanciellement, par l'un quelconque des modes de génération asexuée, tels que la gemmiparité, la scissiparité, la parthénogénèse, ou encore par l'autofécondation. L'hérédité de ces êtres-là est très simple : ou bien ils ressemblent identiquement à leur procréateur direct, ou bien, s'ils sont différents de lui, il s'agit de formes de passage et une génération suivante retrouvera le type de l'ancêtre (générations alternées). Dans ces deux cas, les caractères de la lignée se perpétuent indéfiniment sans modification. Une bouture reproduit l'arbre dont elle provient ; les morceaux d'un ver qui s'est fragmenté deviennent des vers identiques au premier ; l'hydroméduse affecte, suivant les générations, tantôt la forme hydre, et tantôt la forme méduse. Jamais un trait ne se perd ; jamais un trait ne s'acquiert.

Il en est de même dans les modes de reproduction à sexes séparés, à *deux parents*, pourvu que ces deux parents proviennent d'une même lignée pure, c'est-à-dire qu'ils aient tous deux les mêmes traits fixés dans la race. Ainsi des plantes qui produisent fruit par pollinisation directe au sein de fleurs hermaphrodites ou par l'apport d'un pollen étranger, mais de la même variété : en semant leurs graines, on obtiendra toujours l'identité de caractères dans les produits. Ainsi des couples animaux de même origine, qui, appariés strictement, transmettront certainement à leur portée les traits qui leur sont communs, la forme, la couleur, les aptitudes, les anomalies constitutionnelles.

Mais le problème de l'hérédité se complique dès que les procréateurs envisagés sont d'origine dissemblable ; leur fruit est logiquement conçu sous l'influence de déterminants qui appartiennent à deux races ; il est une combinaison.

Nous pourrons négliger le cas où la conjonction s'est faite entre deux êtres différents d'espèce : si les espèces sont suffisamment voisines pour que l'union n'en soit

pas stérile, du moins le produit de l'union l'est-il. En pratique, l'étude de l'hérédité s'applique donc seulement, dans les limites de l'espèce, à la transmission des caractères subdivisionnels qui constituent les *variétés*. L'alliance d'individus appartenant à des variétés différentes a pour produit l'*hybride*. La pollinisation croisée de plantes de même espèce mais de caractères variés est proprement un procédé d'hybridation ; l'accouplement d'un épagneul et d'une chienne fox en est un autre ; le mariage d'un homme blanc et d'une femme noire en est un troisième. Mais il faut aller plus loin et noter que l'hybridité de l'enfant est déterminée par des différences beaucoup moins tranchées entre les parents et qu'il suffit, pour la faire apparaître, d'une seule et minime divergence dans les caractères transmissibles. Que l'un des époux soit d'un type exigu et l'autre de grande taille ; qu'ils diffèrent par le teint, la couleur du poil et des yeux, l'enfant sera un hybride. L'humanité comprend beaucoup plus d'hybrides que de types purs. Mais le type pur ne se perd théoriquement jamais : *il est récupérable et il s'en crée constamment de nouveaux* qui sont l'origine de races nouvelles, en vertu d'une loi subodorée en 1863 par le Français Naudin, découverte chez les végétaux en 1865 par le moine autrichien Mendel, dont elle porte le nom, reconnue applicable aux animaux par les travaux de Plate (1913), de Bateson (1913), de Lang (1914), de Baur (1919), etc., et vérifiée sur l'homme lui-même dans tous les cas où la filiation humaine se prête à l'observation.

LA LOI DE MENDEL

La loi de Mendel se fera comprendre par quelques exemples classiques.

Accouplons des animaux de race pure, ne différant entre eux que par un seul caractère ; une souris *grise* née d'une série ininterrompue de souris grises et une souris *blanche* née d'une série ininterrompue de souris blanches (fig. 1). Il est indifférent que la couleur grise appartienne au mâle ou à la femelle. Dans tous les cas, *tous les produits de cet accouplement* (hybrides de première génération) *seront gris*. On constate que toujours, sans exception, le gris l'emporte sur le blanc. Le gris est donc appelé caractère *dominant*. Il semble qu'il soit seul transmis, ce qui n'est pas en réalité ; le caractère *blanc* subsiste dans l'hybride, inaperçu, caché derrière l'autre ; on l'appelle un caractère *récessif*.

Pour le prouver, marions ensemble les hybrides de première génération, toutes souris grises. On obtiendra une seconde génération, composée pour les trois quarts de souris grises et pour un quart de souris blanches. Le caractère blanc n'était donc pas perdu : il reparaît. Et si l'on marie entre elles les souris blanches de seconde génération, elles n'engendreront plus jamais que des souris blanches ; ce ne sont plus des hybrides, la race pure blanche est récupérée.

En croisant les souris grises qui forment les trois quarts de la seconde génération, on remarque qu'un tiers d'entre elles (c'est-à-dire le quart de la portée totale) ont également récupéré la race grise pure et n'engendreront plus que des souris grises.

Restent des souris grises formant la moitié de la population et qui sont encore des hybrides (hybrides de deuxième génération). Celles-ci, accouplées entre elles, se comporteront comme les hybrides de première génération, c'est-à-dire qu'une nouvelle dissociation des caractères de couleur se produira dans leur descendance et qu'elles engendreront un quart de souris blanches pures, un quart de souris grises pures et une moitié de souris hybrides de troisième génération. Ainsi de suite.

Dans chaque génération d'hybrides, la moitié des produits récupérera le caractère pur de l'une ou de l'autre race d'origine, l'autre moitié restant hybride et productrice d'hybrides. Il n'y a donc pas de race hybride stable. Il faut s'attendre au retour de l'une ou de l'autre variété ancestrale. La loi est commune à toutes les générations sexuées, dans les deux règnes vivants.

Nous n'avons envisagé dans notre exemple qu'une seule différence de caractères transmissibles (monohybridisme). C'est le cas le plus simple. Mais il en est de beaucoup plus complexes. Ainsi, les parents peuvent différer entre eux par deux ou plusieurs ordres de caractères ; leur croisement produit alors des phénomènes de *dihybridisme* ou de *polyhybridisme*.

Si nous croisons deux variétés de mouches, appartenant à la même espèce des Drosophiles, dont l'une est caractérisée par un *corps gris* et des *ailes longues*, l'autre par un *corps noir* et des *ailes courtes* réduites à des moignons, l'opposition de ces deux groupes de caractères va créer le dihybridisme. Nous observons d'abord que tous les produits de la première génération sont uniformément des mouches grises à ailes longues. Donc le caractère *gris* (G) et le caractère *ailes longues* (L) sont dominants, le caractère *noir* (n) et le caractère *ailes courtes* (c) étant récessifs.

Accouplons entre eux des dihybrides de première génération dont la formule uniforme est GnLc. Les quatre caractères, opposés deux à deux dans les races originelles, subissent une *ségrégation indépendante* et vont former dans la génération suivante seize combinaisons (4×4).

Soient les deux dihybrides accouplés GnLc + GnLc. Leurs produits seront :

GGLL	GGLc	GnLL	GnLC
GGLc	GGcc	GnLc	Gncc
GnLL	GnLc	nnLL	nnLc
GnLc	Gncc	nnLc	nncc

Nous avons au total quatre combinaisons GnLc qui, réunissant les caractères opposés *gris* et *noir*, *long* et *court*, sont encore des dihybrides ; huit combinaisons monohybrides (deux GGLc, deux Gncc, deux GnLL, deux nnLc) qui ne renferment plus qu'une seule oppo-

sition de caractères, les unes ayant fixé l'élément couleur, les autres la dimension des ailes ; une combinaison GGLL et une combinaison nncc, dans lesquelles se retrouvent définitivement les caractères des deux races pures primitives, l'une grise à ailes longues, l'autre noire à ailes courtes ; enfin une combinaison GGcc et une combinaison nnLL qui commencent deux *nouvelles* races pures et définitivement fixées, l'une grise à ailes courtes, l'autre noire à ailes longues.

Au point de vue de l'apparence extérieure, les produits de cette seconde génération qui renferment les deux caractères dominants, purs ou non, seront des mouches grises à ailes longues ; ce sont les combinaisons GGLL (pure), GnLL, GGLc (monohybrides) et GnLc (dihybrides). Tous ceux auxquels manque l'un des deux caractères dominants feront apparaître le caractère récessif correspondant : ainsi les combinaisons GGcc (nouvelle pure) et GnCC (monohybride) seront grises à ailes courtes ; nnLL (nouvelle pure) et nnLc (monohybride) noires à ailes longues. Enfin, la combinaison pure nncc, ne contenant aucun caractère dominant, révélera à la fois les deux caractères récessifs.

La fragilité des lignées hybrides et, d'autre part, l'apparition de nouvelles combinaisons fixes, origine de nouvelles races pures, sont d'un puissant intérêt lorsque les variétés sujettes aux croisements appartiennent à des végétaux soumis à la culture, à des animaux soumis à l'élevage.

APPLICATION A L'HOMME

En ce qui concerne l'humanité, la loi de Mendel jette un jour singulier sur une foule de phénomènes de ressemblances et de dissemblances anatomiques ou pathologiques qu'on n'était guère tenté d'attribuer qu'au hasard, sur des retours inattendus à un type ancestral, sur la différenciation et la multiplication des races, etc. Elle ouvre la voie à une nouvelle science : l'*Eugénique*.

Il ne faut pourtant pas dissimuler que, s'il est logique d'affirmer que cette loi, aisément vérifiable sur la généralité des espèces végétales et sur un très grand nombre d'espèces animales, s'applique à tout le monde vivant, il est pratiquement impossible d'en faire la démonstration complète sur l'homme et les animaux supérieurs. Si l'on met à part quelques rares faits typiques, il faut avoir recours au raisonnement pour la leur appliquer dans sa rigueur.

Tandis qu'une génération de plantes, d'invertébrés, de vertébrés inférieurs, comporte un assez grand nombre d'individus non seulement pour épuiser toute la liste des combinaisons de caractères transmissibles, mais encore pour les faire apparaître dans leur proportion, il n'en est pas de même de la portée réduite des mammifères et de l'homme. Un très petit nombre, un nombre très incomplet de combinaisons y seront représentées et les autres ne naîtront jamais. Nous avons vu qu'il

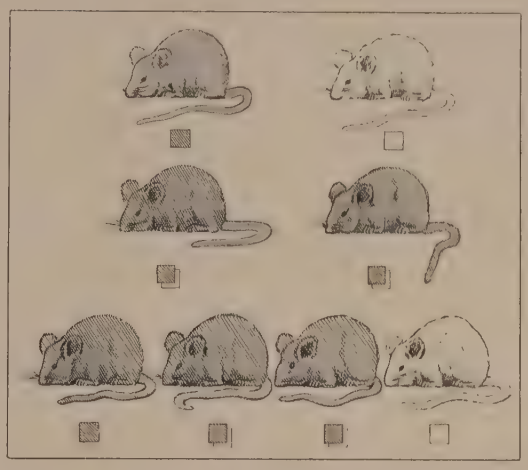


Fig. 1. — LES LOIS DE L'HYBRIDATION (Phase du début) ♂ Une souris grise femelle croisée avec une souris blanche mâle donnera, en première génération, des souris exclusivement grises, hybrides. Si l'on croise entre eux les produits de cette première génération, la génération (seconde) qui résulte de ce croisement donnera un quart d'individus blancs, un quart d'individus gris purs et une moitié d'individus gris hybrides. (D'après Guyenot.)

faudrait au moins seize enfants du même père et de la même mère, en une seule portée, pour une vérification *approximative* de la loi du dihybridisme. Encore les proportions ne tendraient à l'exactitude qu'à condition d'observer une population considérablement plus grande. Et s'il s'agissait d'un polyhybridisme, ce serait bien autre chose ! Dans un cas d'heptahybridisme, par exemple, le nombre de combinaisons possibles est de 16 384 ! Lors donc qu'en ce cas-là il ne naît qu'un seul rejeton, il faut bien qu'on s'en prenne au hasard pour expliquer l'élection de cette unique combinaison de caractères, et ce hasard sera bien grand s'il a fait naître un type pur, soit inédit, soit récupéré d'un des ancêtres.

Nonobstant cette difficulté, il s'agit assez souvent d'hybridités moins complexes pour que, même chez l'homme, l'étude de l'hérédité mendélienne soit loin d'être toujours sans fruit. Dans de nombreux cas, on assiste à plusieurs transmissions successives de caractères qui révèlent ainsi leur dominance, ainsi qu'à la réapparition de caractères récessifs.

Par exemple, croisons deux individus à cheveux noirs ; il est certain qu'ils doivent, s'ils sont de race pure, n'engendrer que des enfants à cheveux noirs. Néanmoins, il n'est pas exceptionnel de leur voir naître un enfant blond ou roux qui, à ce qu'on dit dans le peuple, « fait honte à sa mère ». En réalité, ce phénomène naturel signifie que les parents sont des hybrides portant en eux, sous la dominance du caractère *cheveux noirs*, un caractère récessif *cheveux clairs*, qui reparaît chez l'enfant en vertu de la loi de Mendel. On retrouverait en effet, en remontant une ou plusieurs générations, un couple qui a marié les deux teintes de cheveux et d'où est sortie une suite d'hybrides manifestant la

Fig. 2. — CHARLES-QUINT ▰ Hérédité d'un caractère physique : le prognatisme inférieur. — Voir la figure suivante.

couleur noire jusqu'au moment où la dissociation des caractères a fait revivre en l'enfant pris comme exemple la pure race originelle aux cheveux clairs.

En tout état de cause, la teinte foncée des cheveux étant un caractère *dominant* et la teinte claire un caractère *récessif*, l'exemple inverse d'un enfant aux cheveux bruns naissant de deux parents blonds est théoriquement irréalisable. Toutefois, il ne faudrait pas se hâter de soupçonner la légitimité de sa filiation : on admet en effet que la coloration puisse être conditionnée par plusieurs facteurs groupés. Dans bien des cas, cet enfant brun ne possède pas de pigment noir ; il est réellement un blond dont la couleur est renforcée par des *facteurs d'intensité*. S'il « fait honte à sa mère », il pourra la justifier plus tard en épousant un conjoint blond : le couple n'engendrera assurément que des produits blonds, alors qu'il n'en serait pas ainsi si l'un des deux parents était un hybride de coloration.

On sait de même que la couleur foncée des yeux est *dominante* et la couleur claire *récessive* ; théoriquement, par conséquent, les descendants d'un couple aux yeux noirs peuvent présenter toutes les teintes possibles de l'iris depuis le noir jusqu'au bleu le plus clair, tandis qu'un couple aux yeux bleus ne devrait engendrer qu'une postérité aux yeux bleus. Mais, là encore, la présence de facteurs d'intensité peut infirmer la théorie. Ce qui veut dire qu'actuellement les clartés que nous possédons sur cette partie du problème de l'hérédité restent suffisamment faibles pour qu'il soit rarement possible à un légiste de les utiliser dans la recherche de la paternité, à plus forte raison pour étayer une prévention d'adultère.

On considère généralement comme récessifs les cheveux plats, la teinte claire de la peau. L'albinisme, chez l'homme comme chez les animaux, est toujours récessif.

Signalons parmi les caractères reconnus dominants (ce sont forcément les mieux étudiés), les cheveux crépus, la mèche blanche, dont le mode de transmission a été bien observé dans certaines familles, notamment chez les Rohan ; les lentilles, pois chiches, marques congénitales de la peau, qui caractérisèrent les familles romaines des Lentulus, des Pison, des Cicéron. Notons encore des aptitudes intellectuelles transmises ; le génie des mathématiques chez les Bernouilli ; le génie des sciences physiques chez quatre générations de Becquerel ; le génie des sciences biologiques chez les Darwin et les Galton qui s'allièrent (le produit de cette alliance, sir Francis Galton, s'est illustré par ses études sur l'hérédité humaine et est le créateur de l'Eugénique) ; le génie pictural chez les Breughel, les Vernet ; le génie musical persistant durant deux siècles, grâce aux mariages consanguins, dans la famille des Bach et y produisant cinquante-sept musiciens, dont vingt-neuf particulièrement éminents.

Nous citons par préférence des exemples illustres de transmissions héréditaires, que la loi de Mendel fait comprendre et qu'on pourrait aisément multiplier en observant les dynasties de médecins, d'avocats, d'ingénieurs célèbres, etc. Cela n'est point à dire que les observateurs scientifiques se soient appliqués seulement à vérifier les lois de l'hérédité sur les personnages notoires ; ils tiennent leurs registres ouverts à la multiplicité des observations communes, et c'est sur le grand nombre des matériaux que s'édifie la science. Mais les documents offerts par les races historiques ont été particulièrement précieux ; car ce sont presque les seules dont on puisse suivre la filiation, connaître les alliances, étudier le type ethnique dans ses variations individuelles.

C'est ainsi que l'observation sans doute la plus complète a été fournie par les familles souveraines d'Europe (fig. 2, 3 et 4), constamment alliées entre elles au cours de l'histoire par des mariages consanguins et dont les générations ont montré clairement la dominance de plusieurs caractères moraux et surtout physiques (le nez busqué et épais, le prognathisme inférieur, la grosse lèvre, le crâne latéralement aplati, les yeux à fleur de tête qui sont communs aux maisons de Bourgogne, d'Autriche, d'Espagne, de Bavière et de France).

D'autres documents non moins importants ressortent de l'examen des tribus humaines qui tirent de leur isolement une remarquable fixité : la population des îles et des districts montagneux ou désertiques, les sectes religieuses fermées, la race juive, etc.

On comprend d'ailleurs que l'attention ne se soit

que tardivement appliquée à la transmission de caractères assurément distinctifs, mais après tout normaux, et que notre science à leur égard soit courte. La coloration du poil ou des yeux, la forme ou les dimensions d'un trait du visage, la taille, voire certains signes particuliers héritables, sont d'un assez faible intérêt pour n'être pas remarqués, et le biologiste est un spécialiste né d'hier.

LES MALADIES FAMILIALES DU TYPE MENDÉLIEN

Mais il n'en est pas de même des *hérédités anormales*, des caractères transmissibles qui écartent plus ou moins les races et les individus du type général humain et les localisent en quelque manière *aux marges de l'espèce* en diminuant par conséquent leur aptitude à vivre.

Ce sont des curiosités morphologiques et des malformations organiques héréditaires, et des anomalies fonctionnelles, auxquelles Charcot a donné le nom de *maladies familiales* ; terme discutable, en somme, puisqu'il s'agit de véritables et naturels — quoique fâcheux — caractères de race. Quoi qu'il en soit, cette hérédité dite pathologique nous est considérablement mieux connue que l'hérédité physiologique, parce qu'elle a de tout temps occupé les médecins. Et l'on peut amplement vérifier — ce qui est d'une haute importance pratique — qu'elle est très généralement régie par la loi de Mendel.

Nous empruntons aux excellents ouvrages de M. Apert et de M. Guyenot une liste d'anomalies familiales du type mendélien *dominant*. Ce sont : la bradydactylie, la polydactylie (fig. 7), l'état fourchu des mains et des pieds, l'hypotrichosis, le bec-de-lièvre, l'achondroplasie, l'hypospadias, la neurofibromatose (fig. 8), l'œdème circonscrit, la porokératose, l'épidermolysis bulleux, certains kératomes palmaires et plantaires, l'ichtyose (fig. 6), certains psoriasis, le xanthome des paupières, la télangiectasie multiple, la calvitie précoce, la paralysie simple, certaines mégalosplénies, la diathèse cystinique, la cholémie familiale, le ptosis héréditaire, la myopathie de Landouzy-Dejerine, la chorée de Huntington, la maladie de Thomsen, certaines dégénérescences nerveuses avec ataxie, l'œdème chronique héréditaire des jambes et de la vulve, certains diabètes sucrés, la cataracte congénitale, certains glaucomes et cataractes de l'adulte, la rétinite pigmentaire, l'aniridie, le coloboma, l'ectopie du cristallin, la distichiasis, l'héméralopie, le nystagmus.

Quel sera le mode de transmission de ces anomalies dominantes? Choisissons pour exemple l'une d'elles, la polydactylie.

Si deux conjoints sont porteurs de doigts surnuméraires et appartiennent à des lignées pures polydactyles, tous les enfants hériteront la polydactylie. Si un seul des conjoints est polydactyle et l'autre normal, un enfant sur deux aura des doigts surnuméraires, et les rejetons

Fig. 3. — PHILIPPE II, ROI D'ESPAGNE, fils de Charles-Quint, présente le même prognathisme inférieur que son père.

indemnes ne transmettront plus l'anomalie à leur descendance. Si l'un des enfants (hybrides) polydactyles épouse un conjoint normal, la moitié de ses enfants sera encore polydactyle. Si deux hybrides polydactyles s'épousent, ils produiront un quart de polydactyles purs, la moitié de polydactyles hybrides et un quart de normaux. Il est entendu que ces proportions n'apparaîtront dans toute leur rigueur que si l'observation porte sur de très nombreux cas.

Voici maintenant une liste d'anomalies familiales du type mendélien *récessif* : la luxation congénitale de la hanche, le nanisme vrai, l'alcaptonurie, certaines formes d'épilepsie, de surdi-mutité, d'imbécillité, l'albinisme.

Tous les individus qui manifestent l'un de ces caractères le possèdent à l'état pur. Tous les hybrides *paraissent* normaux. Ainsi, un albinos épousant un conjoint normal ne donne que des rejetons d'apparence normale. Si l'un de ces enfants d'albinos épouse à son tour un conjoint normal, la génération suivante ne fera pas apparaître non plus d'albinos, mais une moitié seulement sera définitivement incapable de transmettre l'anomalie, l'autre moitié demeurant hybride. Le caractère récessif ne reparaîtra pas de tout le temps qu'un hybride d'albinos aura un conjoint normal. Mais, *quel que soit le nombre des générations intervenues depuis l'union originelle de l'ancêtre albinos*, si le hasard fait s'unir deux hybrides, l'albinisme se manifestera dans leur progéniture en proportion d'un quart.

Donc, dans le cas d'une maladie familiale récessive, les unions consanguines apportent le danger d'une réapparition de l'anomalie ancestrale, même après des

siècles et alors que l'ancêtre anormal est totalement oublié. D'où la croyance séculaire en l'action néfaste de la consanguinité ; croyance qui n'est pas fondée dans tous les cas, qui ne se vérifie pas sur les lignées saines, mais qui se légitime par de fâcheuses surprises lorsqu'une tare originelle est dans le jeu. Car, entre cousins également sains d'apparence, aucun signe ne permet de désigner les hybrides recéleurs de la tare.

LES MALADIES FAMILIALES A HÉRÉDITÉ MATRIARCALE

Nous avons laissé entendre au début de cette étude qu'ordinairement le sexe est indifférent à la transmission des caractères mendéliens, physiologiques ou morbides. Dans le couple initial, il n'importe nullement que le caractère dominant appartienne au mâle ou à la femelle : il sera, dans un cas comme dans l'autre, le seul manifesté dans les produits hybrides. Il n'importe pas plus que les rejetons des hybrides soient de l'un ou de l'autre sexe : la dissociation des caractères tombera indifféremment sur des femelles ou sur des mâles.

Au contraire, dans certaines anomalies familiales d'exception, auxquelles M. Apert a donné le nom de *maladies à hérédité matriarcale*, le sexe est un élément déterminant. Dans cette catégorie sont rangés l'hémophilie, la névrite optique héréditaire, les exostoses ostéogéniques, la paralysie périodique familiale, le daltonisme. Leur particularité commune, *c'est qu'elles ne sont jamais transmises que par des femmes*, et que *souvent les hommes seuls en sont atteints*.

M. Apert distingue trois types de transmission. Le premier type, le plus complet, est celui de l'hémophilie, trouble de la coagulabilité sanguine comportant la prédisposition aux hémorragies (fig. 5). Un homme sain épouse une femme apparemment saine, mais véhiculant la tare hémophilique. Aucun des enfants, garçons ou filles, n'est hémophile. La postérité des garçons sera définitivement indemne de la tare originelle. Mais l'hémophilie paraîtra dans la postérité des filles, frappant exclusivement les enfants mâles dans la proportion mendélienne de 50 p. 100. Donc, deux particularités : 1° la maladie n'est jamais manifestée chez les sujets féminins ; 2° elle n'est jamais transmise par les sujets masculins. La névrite optique héréditaire et les exostoses ostéogéniques obéissent à la même règle.

Le second type, celui de la *paralysie périodique*, diffère du premier en ce que la maladie frappe indifféremment les deux sexes, mais néanmoins n'est jamais transmise par les mâles.

La proportion mendélienne de 50 p. 100 des individus atteints se vérifie sur les sujets des deux sexes descendus de la souche commune par une ascendance uniquement féminine.

Le troisième type, intermédiaire aux deux premiers, est celui du *daltonisme*, trouble visuel consistant en l'impossibilité congénitale de distinguer le rouge du vert. La transmission se fait toujours par la lignée féminine. Mais, suivant les familles, on voit tantôt le mal épargner relativement les femmes, tantôt les frapper dans la même proportion que les hommes.

PROPHYLAXIE DES MALADIES FAMILIALES

Bien que le cadre de cette étude ne nous permette qu'un aperçu très succinct et réduit à l'essentiel des problèmes que soulève l'hérédité ancestrale, il nous semble en avoir assez dit pour faire entrevoir la valeur pratique des notions d'ores et déjà acquises ; les grands principes de l'eugénique peuvent être formulés, en ce qui concerne la prophylaxie des maladies familiales, du moment où est connue la loi de leur transmission. Jusqu'ici elles se sont perpétuées par des unions matrimoniales faites à l'aveugle — et le seul remède envisagé contre le péril de procréer des descendances malheureuses revenait au conseil également aveugle de repousser

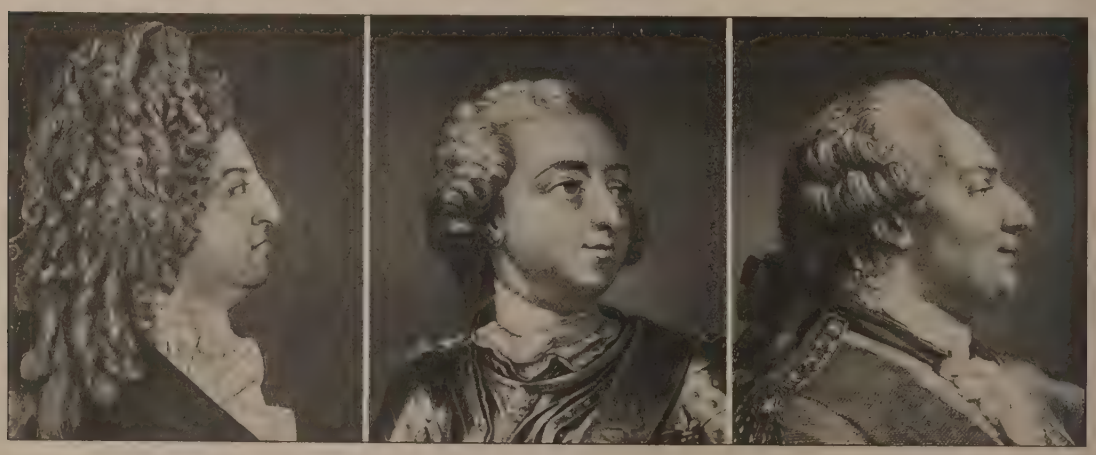


Fig. 4. — LOUIS XIV, LOUIS XV, LOUIS XVI ▱ Hérédité de la forme du nez chez les Bourbons. (Cl. Hachette.)

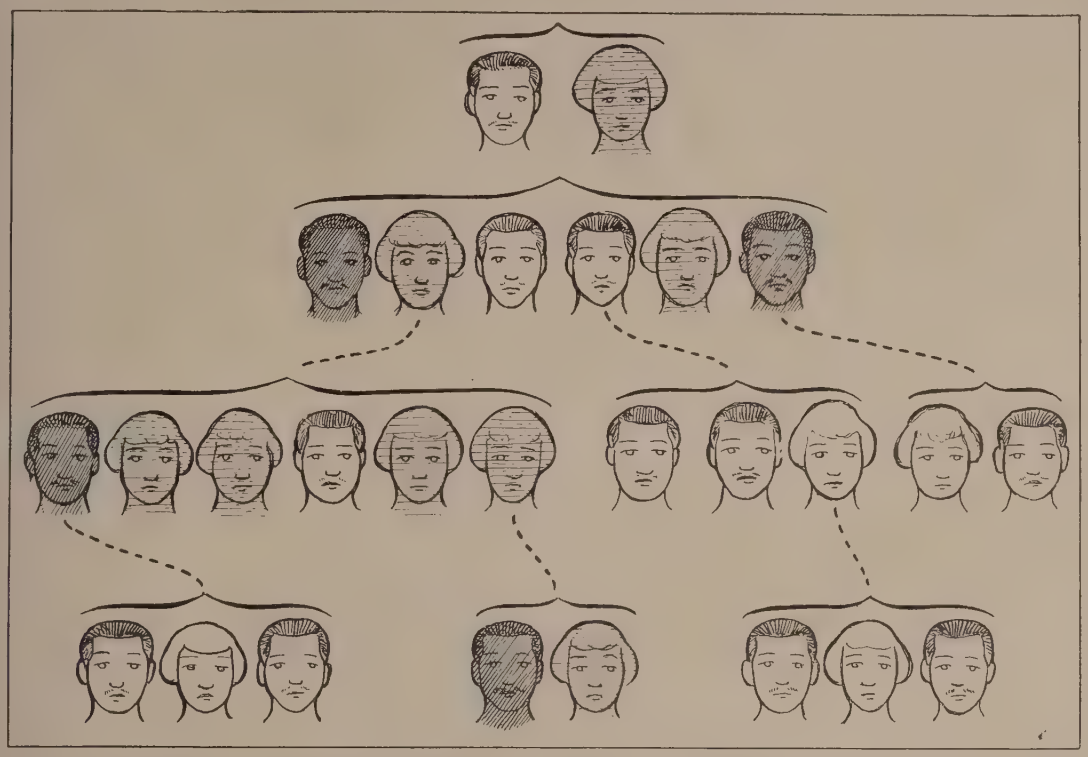


Fig. 5. — COMMENT SE TRANSMET L'HÉMOPHILIE, MALADIE A HÉRÉDITÉ MATRIARCALE (Les hommes dont le visage est teinté en gris sont des hémophiles; les femmes dont le visage est strié de raies horizontales ne sont pas hémophiles, mais susceptibles de transmettre l'hémophilie. Les sujets à visage clair sont exempts de toute tare hémophilique.) — Cet arbre généalogique montre que les hommes seuls sont atteints d'hémophilie, mais qu'ils ne transmettent pas cette maladie à leurs descendants. Seuls pourront être hémophiles les sujets qui descendent de la souche commune exclusivement par les femmes. (D'après Lossen.)

systématiquement l'alliance des familles affligées d'une tare morbide quelconque. Nous savons au moins maintenant que la tare peut s'éteindre grâce à des précautions limitatives qui n'ont point cette offensante rigueur.

S'il s'agit d'une *anomalie à caractère mendélien dominant*, on se rappellera que les sujets manifestant l'anomalie sont seuls aptes à la transmettre. Dans une famille atteinte, l'enfant d'un sujet normal est irrévocablement normal et doit être catégoriquement admis au mariage ; la seule restriction concerne les maladies familiales dont la nature est d'être tardives et d'apparaître à un âge plus ou moins avancé. Dans ces cas, on attendra pour marier l'enfant que les parents aient prouvé leur état de santé, en dépassant largement cet âge.

S'il s'agit d'une *anomalie à caractère mendélien récessif*, on soupçonne tous les membres de la famille, y compris les lignées collatérales, de la véhiculer à l'état latent. Dans cette famille, toutes les unions consanguines, même à des degrés éloignés de cousinage, seront scrupuleusement interdites.

Mais l'union avec un sujet d'une autre famille *où la même tare ne s'est jamais manifestée* n'offrira aucun inconvénient. Tout croisement avec une lignée saine interdit à la maladie de reparaître.

Enfin, s'il s'agit d'une *maladie à hérédité matriarcale*, on peut épouser sans crainte la descendance des sujets mâles même malades. Mais l'union avec les enfants descendant par les femmes de la souche commune est à déconseiller : avec les garçons parce qu'ils peuvent être eux-mêmes malades, avec les filles, parce qu'elles peuvent — aussi saines qu'elles paraissent — transmettre la maladie.

La transmission héréditaire des tares morbides à caractère récessif constituant le danger le plus commun, on ne peut qu'admirer la sagesse des lois religieuses et civiles qui, depuis tant de siècles, interdisent le mariage à des parents proches. Nul doute qu'une telle législation, appuyée sur des sanctions pénales et sur l'autorité des religions, n'ait été inspirée à l'origine par de multiples faits d'observation et par les préoccupations essentiellement hygiéniques. A défaut de la science précise qui s'ébauche aujourd'hui, le législateur prudent dut systématiquement imputer aux consanguins, sans distinction, la capacité de léguer à leurs enfants les anomalies de l'ancêtre commun dont un hasard heureux les avait eux-mêmes préservés.

Il appartiendra à l'Eugénique de substituer une logique à l'empirisme de ces règles.

CHAPITRE II

L'HÉRÉDITÉ INCIDENTELLE

Jusqu'ici, dans ce travail, nous n'avons eu en vue que des héritages naturels, les caractères distinctifs fixés dès la différenciation originelle des races, que les générations se transmettent les unes aux autres comme un véritable patrimoine, et qui promettent aux plus lointains descendants la ressemblance de l'ancêtre. Ces héritages sont attachés à la famille dont ils perpétuent l'identité. Lorsque deux familles diversement caractérisées s'unissent entre elles, les produits du croisement recueillent à la fois le patrimoine de l'une et de l'autre, mais ne font déclaration — si l'on peut s'exprimer ainsi — que d'une moitié de leur double héritage suivant la règle des dominances, l'autre moitié étant réservée pour être représentée dans des partages ultérieurs entre leurs descendants. Ces partages s'effectuent suivant une loi définie qui ménage, à côté de combinaisons nouvelles, la réapparition des deux types purs ancestraux, autant dire la reconstitution des deux souches primitives ; autant dire encore que chaque race protège ainsi son type intégral par naturelle élimination des éléments allogènes.

Fig. 6. — ICHTYOSE ▫ Cette affection, caractérisée par l'extrême sécheresse de la peau en voie continuelle de desquamation, est parfois héréditaire. (Collection L. Brocq, hôpital Saint-Louis.)

Les caractères raciaux que nous avons appelés pathologiques ne le sont pas à proprement parler. Ils sont, autant que les autres, des caractères naturels. De même que des familles humaines sont noires ou blanches, à nez droit ou aquilin, à pupilles claires ou foncées, il en est qui montrent des particularités morphologiques rares, des éléments de fragilité organique, des facteurs de léthalité inséparables de leur propre type. Ce ne sont difformités et maladies que par comparaison avec le type commun de l'espèce. Mais de telles familles sont en position d'infériorité vis-à-vis des autres au regard des conditions de la vie commune et vouées à la disparition comme des productions défectueuses. Elles bénéficient des croisements qui leur permettent de durer en neutralisant chez leurs hybrides le maléfice des tares récessives, mais cela aux dépens de la sécurité des lignées. L'Eugénique vise à l'extinction des caractères morbides — et par conséquent des races indésirables elles-mêmes — tout en sauvegardant les droits individuels.

Il nous faut examiner une tout autre partie du problème de l'hérédité : celle qui touche à la transmission de caractères *incidentels*, acquis pendant le cours du développement d'une race et non pas liés à l'origine de cette race. Il s'agit ici de modifications d'abord individuelles du type racial au début desquelles il est possible qu'on assiste, et qui retentissent sur la lignée durant une ou plusieurs générations. On se rendra compte d'ores et déjà que de telles particularités transmissibles diffèrent considérablement des précédentes : non seulement elles ne font pas partie du patrimoine originel, mais, dans une certaine mesure variable, elles attentent à la continuité du type humain que l'hérédité ancestrale avait le rôle de conserver parmi toutes les vicissitudes ; elles sont nées des vicissitudes elles-mêmes ou plus exactement des circonstances, et ne se fixent pas irrévocablement dans la race, si tant est qu'elles permettent à la race de se perpétuer. Elles sont l'intermédiaire et le passage entre les caractères raciaux et les caractères strictement individuels.

L'habitat, le genre de vie, l'alimentation, les multiples interactions qui s'exercent entre les êtres vivants sont les facteurs de leur apparition.

HÉRÉDITÉ DES TEMPÉRAMENTS ET DES DIATHÈSES

Nous trouverons d'abord ces caractères transmissibles incidentels parmi les habitus physiologiques que l'an-

cienne médecine appelait des *tempéraments*, et leurs viciations pathologiques qu'elle appelait les tempéraments morbides ou les *diathèses*.

Qu'est-ce qu'un tempérament et qu'est-ce qu'une diathèse? La science contemporaine, en découvrant le rôle des glandes endocrines, a donné un sens à ces termes jadis vagues et indéterminés.

Les glandes endocrines sont, rappelons-le quoiqu'elles aient été décrites dans les chapitres précédents, des organes glandulaires sans conduit excréteur, dont la fonction, longtemps inconnue, est de fournir directement à la masse du sang des substances indispensables à la vie. Les principales sont le corps thyroïde, les capsules surrénales, l'hypophyse, le thymus. Les substances qu'elles élaborent sont les différentes hormones. D'autres organes, le foie, le pancréas, les cellules interstitielles de l'ovaire et du testicule, etc., possèdent également, à l'instar de ces glandes, une fonction endocrinienne, une sécrétion interne. Chaque hormone joue un rôle régulateur sur la nutrition. Ce rôle, nous l'entrevoyons par les désordres qui se produisent lorsque la sécrétion manque ou qu'elle est excessive. Ainsi, la suppression relative de l'endocrisine thyroïdienne cause le myxœdème et l'inachèvement de la croissance : son excès cause le goitre exophtalmique ou maladie de Basedow. Le ralentissement de la sécrétion des glandes surrénales entraîne l'atonie musculaire, l'amaigrissement et l'hypotension artérielle ; son exaspération se traduit par du gigantisme, de la pilosité excessive, de l'hypertension. La destruction de l'hypophyse produit l'obésité et des troubles urinaires, ses altérations diverses entraînent l'infantilisme et l'acromégalie. Que la sécrétion des îlots du pancréas soit déficitaire, les urines sont sucrées, etc.

Théoriquement, l'habitus normal de l'être humain est conditionné par un rendement normal de toutes les fonctions endocriniennes. Mais c'est là un conditionnement irréalisé en fait. L'état de santé n'est qu'une conception absolue, une vue de l'esprit ; il faut, en pratique, se contenter de définir l'homme sain par une formule négative : celui qui n'est pas malade. Dans la réalité, les glandes endocrines fonctionnent toujours inégalement. Il s'établit entre elles tout un jeu de compensations et de vicariances : les unes modifient leur spécificité et leur puissance sécrétoire pour suppléer à l'insuffisance ou corriger l'hyperfonctionnement des autres. D'où la réalisation de plusieurs systèmes d'équilibre qui sont les différents tempéraments. A la lueur de ces explications, il est possible d'attribuer le tempérament *nerveux* des anciens à une hyperthyroïdie légère congénitale, le tempérament *lymphatique* à une insuffisance thyroïdienne atténuée, le tempérament *sanguin* à une suractivité des capsules surrénales, etc. La congénitalité des tempéraments implique d'ailleurs l'influence héréditaire. Il y a des hérédités sanguines, bilieuses, nerveuses, lymphatiques et autres.

Mais, comme il s'agit là d'*équilibres*, c'est-à-dire, somme toute, d'états de santé variés, la nécessité n'est pas intervenue pour en imposer l'étude. En cette matière encore, nous sommes principalement documentés sur l'hérédité pathologique ; en l'espèce, sur la filiation des *déséquilibres* endocriniens.

Fig. 7. — POLYDACTYLIE HÉRÉDITAIRE ♂ Pouce double chez la mère (*en bas*) et chez le fils (*en haut*). — Observé par Dubreuil-Chambardel.

On a constaté souvent plusieurs cas de goitre exophtalmique et d'acromégalie répandus dans les limites d'une famille. On voit des mères d'enfants sains qui, incidentellement frappées de myxœdème, engendrent à dater de ce moment des enfants congénitalement myxœdémateux, leur léguant en somme la forme clinique d'insuffisance thyroïdienne qu'elles-mêmes présentent (hérédité *similaire*). D'autres fois, l'hérédité est *dissimilaire* : l'enfant d'une mère myxœdémateuse peut présenter des troubles de croissance et d'ossification sans myxœdème ; l'enfant d'une mère goitreuse peut être achondroplasique, etc. Si le facteur d'hérédité morbide est paternel, l'hérédité est généralement similaire.

Il s'agit là de la transmission ou de l'influence d'un trouble monoglandulaire. Autre chose est l'hérédité d'une diathèse, c'est-à-dire du déséquilibre général des fonctions endocriniennes.

La science actuelle ne reconnaît qu'une seule diathèse : la diathèse arthritique. Mais sous ce nom générique se rangent généralement les complexes dysendocriniens, et l'arthritisme se traduit par les troubles les plus divers. Citons l'obésité, le diabète, la lithiase urique et la lithiase biliaire, l'artériosclérose et l'athérome, la tendance aux hémorragies, aux congestions, aux varices et aux hémorroïdes, l'angine de poitrine, l'asthme et l'emphysème, la migraine, les névralgies, l'eczéma, le psoriasis, le pityriasis, l'urticaire, la calvitie, les engelures. Ajou-

Fig. 8. — NEURO-FIBROMATOSE GÉNÉRALISÉE. Maladie de Recklinghausen. Affection héréditaire. (Collection L. Brocq, hôpital Saint-Louis.)

tons la chorée, l'épilepsie, les névroses, les neurasthénies et maints troubles cérébraux.

L'arthritisme est éminemment héréditaire. Il se transmet à de nombreuses générations successives d'une même famille. A observer ses manifestations, on a pu suivre durant des siècles des lignées d'arthritiques. Mais bien qu'il ne soit pas déraisonnable de supposer à son origine l'influence d'un ou de plusieurs facteurs de race, on ne saurait confondre l'étude de l'hérédité arthritique avec celle des caractères ancestraux qui nous ont précédemment occupé. Cela pour plusieurs raisons péremptoires.

D'abord la diathèse n'est pas toujours héritée ; un individu sain, né de parents sains, peut l'acquérir en adoptant telles conditions d'habitat, tel genre de vie, telles habitudes de sédentarité, tel régime alimentaire qui n'étaient point en usage chez ses ascendants. Ainsi, l'obésité débute chez un fils de paysans ou d'ouvriers très actifs, devenu patron, sédentaire, surnourri. Et cet arthritisme, pour être récemment acquis, n'en est pas moins transmissible à la génération suivante.

En second lieu, l'hérédité arthritique ne se transmet pas selon le rythme de la loi Mendel. Les croisements ne l'affectent pas d'une façon définissable (il n'y a pas d'hybridisme arthritique). Alors qu'un caractère ancestral n'évolue pas, mais au contraire se révèle dans toutes ses manifestations comme identique à lui-même, l'arthritisme évolue à travers les générations. Dans le cas d'hérédité similaire, le fils d'un arthritique à manifestations légères est exposé à des troubles plus marqués, s'il continue le genre de vie adopté par son père ; ainsi paraît-il de règle que l'obésité s'accentue en passant d'une génération à l'autre. Inversement la transmission de l'arthritisme comporte de possibles atténuations. Mais, en outre, l'hérédité de la diathèse est le plus souvent dissimilaire. Dans le catalogue nombreux des manifestations de l'arthritisme, les enfants sont loin de choisir toujours le mal de leurs parents. S'il est vrai qu'on observe des familles où l'on est, depuis des siècles, obèse ou goutteux de père en fils, cela n'est point inéluctable ; d'après les statistiques générales, ces deux maladies, goutte et obésité, se transmettent en nature dans moins de la moitié des cas ; presque aussi souvent elles s'engendrent mutuellement. Un fils de diabétique n'est diabétique que 25 fois sur 100. Et il est fort rare qu'on hérite la lithiase biliaire (5 p. 100) : un fils de lithiasique risque beaucoup plus de montrer du rhumatisme ou du diabète que des calculs dans son foie. Mais, en somme, l'arthritisme n'y perd rien. Qu'on soit migraineux ou rhumatisant, obèse ou diabétique, on est susceptible d'engendrer des enfants élisant l'une quelconque des formes de l'arthritisme, ou plusieurs simultanément.

Enfin, la diathèse n'est pas définitivement fixée dans la race. Il est vrai qu'elle peut y être invétérée et pratiquement indéracinable ; il est vrai encore qu'un fils d'arthritique parvenu à se soustraire personnellement aux accidents de la diathèse demeure néanmoins apte à la transmettre. Mais le retour du groupe humain à un mode d'existence plus simple et plus approprié à la vraie nature de l'homme la ferait s'atténuer de génération en génération et finalement disparaître.

L'arthritisme, déséquilibre endocrinien, est le mal inhérent à la vie artificielle des civilisations et à de séculaires erreurs que commence à réparer une hygiène tard venue.

Il serait logique, après cet aperçu sur l'hérédité des troubles glandulaires, que nous nous demandions — puisque aussi bien ce serait envisager sur une autre face les déséquilibres nutritifs — où en est l'inquiétante question de la transmissibilité des tumeurs et particulièrement des *cancers*. Pour les uns, le cancer est héréditaire et familial ; les autres pensent que ce n'est pas prouvé et les statistiques fournissent des renseignements douteux et contradictoires. Nous pensons qu'une telle étude sera mieux placée au chapitre qui traitera de la nature de ces productions pathologiques et des conditions de leur apparition.

Et l'abandonnant délibérément ici, nous trouverons dans l'examen des intoxications et des maladies infectieuses des exemples typiques d'hérédités incidentelles sans mélange appréciable d'influences ancestrales.

Ne perdons pas de vue que l'enfant naît du développement, dans l'organisme maternel, de la cellule-œuf. La cellule-œuf est constituée par la fusion de deux éléments, l'un d'origine paternelle, l'autre d'origine maternelle, le spermatozoïde et l'ovule. Chez la femme, tous les ovules existent dès le début de la vie, il ne s'en forme jamais de nouveaux. Chez l'homme, au contraire, la production de spermatozoïdes est continue à partir de la puberté.

On conçoit que tout incident morbide, survenant dans l'existence des parents et susceptible d'altérer soit le spermatozoïde, soit l'ovule, soit la cellule-œuf à toute période de son développement, c'est-à-dire tout le temps de la vie embryonnaire et de la vie fœtale, retentira sur l'enfant.

On conçoit en outre l'inégalité des influences paternelle et maternelle. Celle du père ne se transmet que par l'intermédiaire du spermatozoïde, produit incessamment renouvelé, par conséquent ne pouvant servir à véhiculer un poison ou un contage que dans les limites du temps où le père est intoxiqué ou contagieux. Au contraire, les ovules d'une femme saine peuvent être irrémédiablement altérés par une maladie antérieure dont elle s'est guérie. De plus, et surtout, à partir de la conception jusqu'à l'accouchement, le produit de la fécondation, embryon puis fœtus, est en symbiose avec sa mère et exposé à en partager les maux, pour autant que le placenta, frontière commune des deux organismes, autorise le passage des germes infectieux et des substances toxiques. L'importance de l'hérédité maternelle est donc ordinairement prépondérante.

HÉRÉDITÉ TOXIQUE

Elle ne l'est pas, dans le cas particulier du *poison alcoolique*, qui semble exercer une action élective sur l'appareil génital masculin, qu'il frappe à la longue de dégénérescence. En tout état de cause, les spermatozoïdes d'un homme alcoolique sont altérés et la majeure partie des tares héréditaires d'origine alcoolique remontent jusqu'à eux. Les statistiques signalent, dans les ménages où le mari seul est alcoolique, 58 p. 100 de stérilité, 22 p. 100 de mort-nés et 20 p. 100 d'enfants vivants, *tous malades, épileptiques ou chétifs*.

L'alcoolisme de la femme, tout en influant puissamment sur le produit de la conception, est sensiblement moins funeste. L'ovule paraît subir de moins fréquentes altérations. La stérilité n'est constatée que dans une proportion de 25 p. 100. Mais l'alcool absorbé pendant la grossesse n'est pas arrêté par la barrière placentaire ; on en a décelé la présence dans le sang du fœtus. On compte 25 p. 100 de mort-nés du fait de l'alcoolisme maternel. Dans 50 p. 100 des cas, il naît des enfants vivants et normaux.

Les observations ne visent pas uniquement les cas d'ivrognerie habituelle des parents, mais englobent tous les degrés de l'alcoolisme chronique entretenu par petites doses répétées du toxique. La postérité est menacée même lorsque la santé des parents ne paraît pas se ressentir de leurs habitudes d'intempérance.

Sur 100 enfants d'alcooliques modérés, 19 meurent prématurément. Sur 100 enfants de parents fortement alcoolisés, il en succombe 26 en bas âge. Si l'alcoolisation paternelle est quotidienne et dépasse la dose de deux litres de vin avec apéritifs et plusieurs petits verres en supplément, la mortalité infantile monte à 55 p. 100.

Ceux qui survivent sont des *chétifs* anémiques, maigres, débiles, retardés dans leur croissance. Leur misère organique les prédispose à la tuberculose et aux troubles fonctionnels viscéraux ; ils sont la proie des infections. Ou bien ils présentent des caractères anormaux, du rachitisme, des difformités du squelette, des vices de conformation, des stigmates de dégénérescence. Mais l'hérédité alcoolique se traduit surtout par des tares nerveuses. Les idiots sont des fils d'alcooliques dans la proportion de 60 p. 100. Convulsions de l'enfance, déséquilibres mentaux, instabilité, folie mélancolique avec tendance au suicide, épilepsie, impulsions, criminalité, tels sont les legs funestes de l'alcoolisme des parents. On a signalé, en outre, le passage de la toxicomanie à la génération suivante : un fils d'alcoolique montrerait fréquemment une tendance naturelle à l'alcoolisme. Mais c'est là, sans doute, l'effet d'une occulte influence ancestrale : le goût du poison paraît se transmettre dans certaines lignées à la façon d'une anomalie de famille.

Parmi les autres substances toxiques, ni le tabac, ni la morphine, ni la cocaïne, si néfaste qu'en puisse être l'influence sur l'individu, ne paraissent affecter sa progéniture. L'intoxication saturnine des ouvriers qui manient le plomb est, au contraire, une cause redoutable de stérilité, d'avortement et de mortinatalité ; les enfants qui naissent vivants sont généralement débiles et il en meurt une très forte proportion dans le cours de la première année. Le saturnisme du père est moins nuisible que celui de la mère, mais on cite, néanmoins, des exemples indiscutables d'avortements en série qui doivent lui être imputés.

HÉRÉDITÉ INFECTIEUSE

Lorsqu'une femme est atteinte, au cours de sa grossesse, d'une maladie infectieuse aiguë, le fœtus en souffre et peut être expulsé avant terme, mort ou vivant. Mais il est exceptionnel que la maladie maternelle lui soit transmise en nature, à part la rage qui l'est toujours. Le placenta oppose habituellement au passage des microbes pathogènes une barrière efficace ; il faut, pour la forcer, une virulence considérable de l'élément bactérien, et c'est dans ces cas d'exception qu'on a pu trouver, à l'autopsie des fœtus, des lésions caractéristiques de méningite et de péritonite.

En règle générale, ne passent que les produits solubles

Fig. 9. — MÈCHE BLANCHE (ALBINISME PARTIEL)
Souvent héréditaire. (Cl. Hachette.)

engendrés par la flore morbide (toxines microbiennes) et par les réactions humorales de l'organisme. Il peut en résulter, si l'enfant vit, des déséquilibres nutritifs plus ou moins persistants, du chétivisme, des retards de croissance, des tares nerveuses (convulsions, incontinence nocturne d'urine), des malformations, des brides amniotiques, des monstruosités, du crétinisme ; par contraste, le rejeton peut présenter, pour un temps plus ou moins long, de l'immunité à l'égard de la maladie qui frappa sa mère pendant la grossesse, comme d'ailleurs à l'égard de certaines infections immunisantes dont elle aurait été antérieurement atteinte.

Le bacille tuberculeux ne fait pas exception à la règle presque communément suivie par les éléments figurés bactériens. Il ne franchit pas l'obstacle du placenta. Il n'y a pas de tuberculose héréditaire maternelle [1], et, à plus forte raison, paternelle, car la transmission par les gamètes de la reproduction ne s'expliquerait pas. La preuve de cette notion, d'une haute portée sociale, est fournie par la *cuti-réaction*, imaginée par von Pirquet en 1907 : si l'on injecte la tuberculine sous la peau d'un sujet porteur de germes tuberculeux vivants, il se produit un phénomène inflammatoire ; si ce sujet est exempt de bacilles de Koch, l'inflammation ne se produit pas. Or, chez l'enfant naissant, même de parents profondément atteints de phtisie, le résultat de l'expérience est toujours négatif.

Il n'en est pas moins vrai qu'une très grosse proportion d'enfants nés dans des familles tuberculeuses présenteront rapidement des signes de la maladie. Mais l'hérédité n'est pas en question : nés sains, ils sont tuberculisés par le milieu contagieux. Leur tuberculose est un acquêt. En séparant dès leur naissance ces enfants de leurs parents malades, on les préserve efficacement. C'est à quoi s'emploie l'œuvre dite « de Grancher ». La statistique qu'elle a publiée en mars 1925 témoigne que, sur 265 enfants séparés dans ces conditions, un seul a présenté ultérieurement une cuti-réaction positive, et aucun n'est mort de tuberculose, alors que la mortalité des nourrissons restés en contact avec leurs parents tuberculeux s'élève à 82 p. 100.

Est-ce à dire que l'état morbide de la mère n'ait aucune influence sur la constitution de l'enfant durant le temps qu'elle le porte en son sein? Assurément non. Si le fœtus est protégé contre l'invasion des bacilles, il ne l'est pas contre celle des produits bacillaires solubles et, après tout, son développement souffre de l'appauvrissement du sang maternel. Il naît souvent malingre, mal bâti, mal conformé, éprouve du retard dans la dentition et dans la marche. On lui voit un thorax étroit, des omoplates saillantes ; il n'est pas rare qu'il développe tardivement du rachitisme ou qu'on lui trouve un cœur débile. Mais ces *dystrophies*, possibles et non constantes, n'ont avec la tuberculose que des rapports d'effet à cause. On ne doit même pas croire que l'enfant hérite obligatoirement une prédisposition à la maladie ; il a même semblé, au contraire, à nombre d'observateurs qu'il héritait un certain degré d'immunité. Une immunisation héritée expliquerait, dans les races qui sont, comme la nôtre, atteintes depuis longtemps par l'infection tuberculeuse, la fréquence relative des formes chroniques à longue échéance, tandis que les formes aiguës et rapides s'observent de préférence chez les transplantés venant de pays où la tuberculose est inconnue.

Si la tuberculose n'est pas héréditaire, il n'en est malheureusement pas de même de la *syphilis*. L'agent de la syphilis, le tréponème pâle, traverse en effet les villosités placentaires à la faveur des modifications structurales qu'il y produit. On le retrouve dans les organes du fœtus et de l'enfant.

Contrairement à la doctrine qui a été longtemps enseignée, il n'y a pas d'hérédo-syphilis d'origine exclusivement paternelle, véhiculée par le spermatozoïde et marquant directement le produit de la conception au sein d'un organisme maternel épargné. L'influence morbifique du père ne s'exerce sur le fruit que par l'intermédiaire de la mère préalablement contaminée. A la vérité, la syphilis de la mère peut être insidieuse et méconnue, l'accident primitif dissimulé, la roséole absente ou insuffisamment marquée; mais le fait seul — reconnu depuis longtemps et énoncé par la loi de Baumès-Colles — que la mère apparemment indemne d'un enfant syphilisé ne prend jamais de lui la syphilis par les baisers et la succion des mamelons, serait de nature à démontrer que d'avance elle en est atteinte. Au reste, de nombreux signes apportés par la séro-réaction, l'apparition ultérieure et inattendue d'accidents tertiaires chez la mère, lèvent souvent tous les doutes. En somme, l'origine immédiate de l'hérédo-syphilis est toujours maternelle.

L'âge de la syphilis de la mère a la plus grosse importance sur le sort de son fruit. Une femme contaminée dans les dernières semaines de sa grossesse peut accoucher d'un enfant sain, la naissance se produisant lorsque l'infection est encore localisée et n'a pas atteint le placenta. Mais l'enfant sera susceptible de prendre ultérieurement d'elle la maladie et il conviendra de surveiller les contacts. Si l'époque de la contamination remonte au sixième, septième, huitième mois, et surtout si la mère subit un traitement spécifique, la grossesse sera ordinairement menée à terme, et l'enfant pourra naître avec toutes les apparences de la santé; mais, dans la majorité des cas, il est néanmoins syphilitique : il ne sera pas contaminable par sa mère (loi de Profeta), présentera la séro-réaction positive et restera exposé aux accidents de la syphilis héréditaire tardive, manifestations tertiaires (gommes, ostéites) pouvant survenir

(1) Cette assertion, conforme à la doctrine généralement acceptée, a été remise quelque peu en question, en ces derniers temps, par la découverte (Fontès, Vaudremer, Arloing, Calmette) de formes du bacille tuberculeux susceptibles de franchir la barrière placentaire. Jusqu'à présent, néanmoins, il est permis de continuer à croire que la tuberculose héréditaire est rare et que les enfants qui en sont atteints succombent au courant de leurs tout premiers jours.

après dix, quinze, vingt ans. Lorsque la contamination maternelle coïncide avec les premiers mois de la grossesse, à plus forte raison avec l'époque de la fécondation, le fruit est sûrement contaminé. Dans le cas le plus général, il meurt et est expulsé prématurément. S'il naît vivant et viable, il offre les symptômes de la maladie en activité : coryza purulent, fissures suintantes des muqueuses, pemphigus à la paume des mains et à la plante des pieds, insuffisance de développement, anémie, gros foie et grosse rate. Ses chances de survie sont plus ou moins problématiques. A tout le moins, la maladie suit son cours et est justiciable du traitement approprié.

Quand la femme a été infectée antérieurement à la conception, le pronostic est d'autant plus grave que cette infection est plus récente. Pour le fœtus conçu dans les trois ou quatre premières années de l'évolution syphilitique, la mort et l'expulsion prématurée sont de règle ; le traitement permet parfois la naissance d'un enfant vivant, mais ordinairement condamné à brève échéance. Si les parents sont des syphilitiques anciens, ayant largement dépassé le stade de contagiosité de la maladie, ils seront fondés à compter sur la venue d'enfants exempts de syphilis. Reste pourtant l'éventualité de *dystrophies*. Un homme syphilitique non contagieux, une femme syphilitique non contagieuse sont quand même des organismes irrévocablement modifiés. La formule de leurs humeurs s'écarte de la norme, les spermatozoïdes et les ovules sont atteints dans leur vitalité. La génération peut donc être entravée ou contrariée. Si le ménage n'est pas stérile, si la grossesse arrive à terme, l'enfant non syphilitique, mais troublé dans son développement, sera souvent marqué de tares physiques : déformations craniennes, dents atrophiées ou érodées, os en fuseaux ou en lames de sabre, etc.

HÉRÉDITÉ DES LÉSIONS LOCALES

Il tombe sous le sens que les mutilations accidentelles et chirurgicales ne sont jamais transmises à la descendance, et pour que, parfois, on ait pensé le contraire, il a fallu une bonne dose de naïveté. La circoncision, en usage depuis Moïse chez les peuples sémitiques, n'a pas abouti à la longue à l'atrophie du repli cutané jugé superflu. Les sauvages qui, traditionnellement, se transpercent par coquetterie la cloison du nez et la lèvre supérieure ou s'élargissent le lobule de l'oreille, ne sont pas arrivés à modifier la physionomie de leur race. Et s'il était un jour ordonné de pratiquer systématiquement l'appendicectomie sur tout homme venant en ce monde, les enfants qui succéderaient à cent générations d'opérés n'en naîtraient pas moins avec un appendice cæcal.

Le problème de l'hérédité ne se pose pas autrement pour les lésions d'organes intervenues dans la vie de l'individu à titre d'accident. Si l'on est atteint occasionnellement au foie, aux poumons, aux reins, à l'estomac, au cœur, d'une altération même définie, cette altération

Fig. 10. — RACHISTISME FAMILIAL ⌀ Ces sujets, appartenant à la même famille, présentent tous, congénitalement, les mêmes déformations dues au rachitisme. (Cliché du Dr Zimmern.)

ne sera pas transmise, et l'on peut rassurer en principe les fils de cardiaques qui craignent de mourir du cœur. Il a bien été observé des troubles transitoires de la digestion chez les enfants dont les mères avaient présenté des désordres gastro-intestinaux pendant leur grossesse, mais le mot d'hérédité convient moins ici que celui, au sens plus restreint, de congénitalité.

Nous connaissons assurément des fragilités organiques liées à l'hérédité, pouvant donner l'impression que le parent a transmis en nature la lésion dont il avait été lui-même frappé à l'occasion d'une maladie. Il faut y voir, dans la réalité, non l'effet d'une cause occasionnelle fatalement reproduite, mais l'action élective sur certains organes de l'un des facteurs pathogéniques héréditaires que nous avons précédemment examinés : anomalies ancestrales, diathèse arthritique, intoxications, syphilis, etc.

HÉRÉDITÉ NERVEUSE ET MENTALE

La logique voudrait qu'on traitât à part l'hérédité des névropathies et des psychopathies. Cette hérédité est en effet complexe et mixte, reconnaissant à la fois

des facteurs de race et des facteurs incidentels. Le lecteur a certainement été frappé de voir que, parmi les caractères morbides ancestraux soumis à la loi de Mendel, un très grand nombre concerne le système nerveux et les appareils sensoriels. Mais, indépendamment de ces anomalies nerveuses définies, l'influence ancestrale domine une susceptibilité particulière de l'élément nerveux, observable chez de nombreuses familles dont les membres se montrent excessivement émotifs, bizarres, impulsifs et instables. Enfants, ils peuvent être sujets aux convulsions ; adolescents, à la chorée. Toutes leurs maladies tendent vers des complications encéphaliques ou médullaires. Parmi eux se recrutent les hystériques, les neurasthéniques, les toxicomanes et les psychopathes.

D'autre part, les facteurs ordinaires d'hérédité incidentelle, surtout l'alcoolisme, ont une action très nette sur l'apparition de tares nerveuses chez les descendants. Le plus fréquemment, la morbidité ancestrale a préparé un terrain favorable, mais l'influence des procréateurs directs est décisive. En somme, la constitution familiale et l'apport paternel et maternel sont des facteurs miscibles en toutes proportions, si l'on peut ainsi parler ; il est difficile de faire à chacun d'eux sa part. Ainsi l'hystérie des enfants apparaît-elle nettement provoquée, outre la prédisposition nerveuse de toute la lignée, par l'intoxication alcoolique, la tuberculose, l'arthritisme des parents, ou une émotion violente ressentie par la mère pendant la grossesse ; et la moitié des enfants d'hystériques sont des nerveux. L'épilepsie reconnaît pour cause prochaine l'alcoolisme, la tuberculose ou la syphilis des procréateurs. Pour la neurasthénie, elle ne paraît pas nettement être héréditaire.

L'aliénation, d'un point de vue très général, l'est essentiellement. L'hérédité ne joue sans doute qu'un rôle peu marqué, lorsque la folie frappe accidentellement, à l'occasion d'une maladie, un descendant d'individus sains ; encore faut-il soupçonner une certaine fragilité mentale. Mais les grands types d'aliénation (délire chronique de persécution, mélancolies, folie intermittente) démontrent l'existence d'une fatalité pesant sur la lignée. Ainsi voit-on se succéder dans une même famille plusieurs générations de suicidés. Le plus souvent, l'hérédité est dissemblable, et le fils d'un fou peut n'être que tiqueur, original, faible d'esprit, porté aux bizarreries, mais la menace plane toujours sur la famille, et il est plus qu'imprudent d'épouser le fils d'un aliéné.

Quant à la folie des dégénérés (folie fugace, en bouffées, débilité mentale, anomalies affectives ou morales, obsessions et phobies, criminalité), elle ressortit, ainsi que les autres signes de dégénérescence, à des influences incidentelles ayant troublé le développement de l'embryon ou du fœtus.

Il n'est pas inutile d'ajouter que la paralysie générale, affection lésionnelle parasyphilitique qui se traduit par de l'aliénation, n'est pas plus transmissible que le tabès.

DEUXIÈME PARTIE

LES PARASITES

PAR LE DOCTEUR HENRI BOUQUET

L'IMPORTANCE DU PARASITISME EN PATHOLOGIE ▫ ÉTUDE DES PARASITES ▫ COMMENT LES PARASITES NUISENT A L'HOMME.

CHAPITRE I

L'IMPORTANCE DU PARASITISME EN PATHOLOGIE

LE PARASITISME ET L'HOMME

Le parasitisme semble être sinon une loi de la nature, du moins, dans le monde vivant, un phénomène général et constant. On ne connaît guère de groupe zoologique ou botanique qui en soit exempt. Dans toute l'échelle des êtres on trouve des organismes qui vivent aux dépens des autres et, la plupart du temps, ce mode d'existence est pour eux tellement normal, que leur structure leur interdirait toute vie libre et indépendante. Ils sont généralement de petite taille et souvent coupables de perturber notablement la santé de leur hôte.

Chez l'homme, le parasitisme est à l'origine d'innombrables maladies. Si l'on voulait prendre le mot dans son acception la plus large, il est certain, en effet, que le rôle des microbes n'est pas autre chose. Néanmoins l'usage a prévalu de placer leur étude dans un chapitre spécial qui constitue la bactériologie. Même en faisant abstraction de ces infiniment petits qui ne sont plus ignorés de personne et qui tiennent une place si importante dans les disgrâces pathologiques de l'humanité, et des champignons microscopiques qui sont en passe d'en prendre une considérable, l'étude des parasites est encore une partie très importante de la médecine. Sans doute est-il suffisant de citer au hasard les vers intestinaux, l'agent du paludisme et l'acarus de la gale pour montrer combien ces agents animés de maladie peuvent réclamer d'attention de notre part.

Les trois exemples que nous venons d'évoquer montrent aussi que les parasites appartiennent à des groupes d'animaux très divers. On en trouve qui représentent les stades les plus inférieurs de la nature vivante. La classification les range dans le sous-règne des protozoaires, c'est-à-dire des êtres qui sont constitués par une seule cellule. Les rhizopodes, les flagellés, les infusoires comptent des représentants parmi eux. Si nous passons au sous-règne des métazoaires, à structure beaucoup plus compliquée, nous rencontrons des parasites parmi les vers d'abord, puis parmi les arthropodes, insectes et arachnides.

L'ÉVOLUTION DES IDÉES

La notion du parasitisme est à la fois vieille et jeune. Vieille, en ce sens que les anciens connaissaient quelques parasites et les ont décrits ; jeune, parce que ce n'est qu'aux temps modernes — et presque contemporains — que l'on a compris toute l'étendue et toute l'importance du phénomène. Pour tout dire, les Anciens ne connaissaient que les vers intestinaux, qu'ils considéraient comme nés spontanément dans nos tissus et nos humeurs. Ils ne leur attribuaient, d'ailleurs, qu'une valeur fort médiocre. Aux siècles suivants, on n'avança guère en ce chapitre de l'art de guérir ; ce ne fut qu'au XIXe siècle que la situation changea.

L'histoire de ces vers intestinaux est, au demeurant, curieuse et vaut qu'on s'y arrête quelque peu. Elle montre par quelles alternatives ont passé, sur le parasitisme, même réduit à ce chapitre, les idées des médecins.

Après ceux qui ne leur reconnaissaient aucune importance, vinrent ceux qui les considéraient d'autre sorte. Ils occupaient, il y a deux cents ans, une place considérable dans l'esprit des médecins. Renchérissant sur leurs enseignements, le public leur en accordait une bien plus grande encore. Il avait adopté facilement, en raison de leur simplicité, les idées du vieil Andry, que ses exagérations avaient fait appeler *homo versiculosus*. Les bonnes gens, en conséquence, attribuèrent à ces vers le plus grand nombre des troubles de la santé présentés par les enfants. Il faut reconnaître que, pour les adultes, on ne se souciait pas de donner à leurs maux la même origine. C'est d'ailleurs une croyance qui s'est perpétuée dans mainte campagne ; innombrables sont les méfaits qu'on attribue aux parasites de l'intestin, innombrables aussi les signes à quoi l'on reconnaît que tel sujet est habité par eux. Interprétation et explication tombent juste de temps en temps, souvent, au contraire, sont parfaitement inexactes.

Contre ces idées fausses, parce qu'outrancières, on ne tarda pas, dans les milieux savants, à réagir. Mais comme toujours, on dépassa également la mesure en ce sens. Les découvertes pastoriennes surtout, en projetant une splendide lumière sur toute une catégorie des maladies humaines, contribuèrent à plonger dans l'ombre les théories antérieures, et les vers intestinaux durent céder la place aux parasites microbiens, en qui l'on s'efforça de voir les auteurs responsables de tous nos maux. Les maladies vermineuses disparurent presque du cadre de la pathologie. Souvent les praticiens, qui constataient, tentèrent de combattre cet oubli systématique ; ils ne recueillaient guère, quand ils se risquaient à invoquer l'action néfaste de ces petits animaux, que des sourires dédaigneux et des négations qui ne s'attardaient pas à des discussions jugées inutiles. On ne niait pas l'existence des vers — c'eût été difficile — on se contentait de ne leur reconnaître à peu près aucune influence sur notre santé.

Il est assez curieux de constater que ce fut un pastorien — et non des moindres — qui attira de nouveau l'attention sur les méfaits dont ils sont capables. Metchnikoff, qui avait d'abord été zoologiste, les accusa en effet de perforer la muqueuse intestinale et de permettre ainsi aux microbes qui pullulent en tout temps dans le tube digestif de franchir la barrière que cette muqueuse leur oppose. Il ne fut d'ailleurs pas suivi, malgré son autorité. Seuls, ceux qui faisaient profession d'étudier spécialement la parasitologie accueillirent volontiers cette explication nouvelle qui reliait les idées les plus récentes à celles du passé. Ils développèrent la théorie, ils montrèrent l'action des vers dans beaucoup de maladies les plus communes, telles que l'appendicite et la fièvre typhoïde. Ils ne recueillirent à leur tour que de rares adhésions. La médecine officielle ne revenait pas volontiers sur des convictions bien arrêtées. L'humorisme contemporain, tout occupé à scruter les modifications du sang et du liquide céphalo-rachidien, ne pouvait se résoudre à faire une place à ces animaux, qui ne semblaient avoir, sur les liquides de l'organisme, aucune influence appréciable.

Cependant cette dernière résistance devait être vaincue à son tour. Des biologistes vinrent, qui prouvèrent que cette négation était illégitime. Ils firent comprendre que, producteurs de toxines, les vers étaient parfaitement susceptibles de déterminer, dans nos humeurs, des troubles comparables à ceux que causent les poisons microbiens. L'ankylostome fut le premier exemple allégué ; le tænia, les ascarides, les oxyures suivirent. Comme, simultanément, les observateurs ne cessaient d'apporter les preuves cliniques de cette action nocive sur les différents organes et sur le fonctionnement général de l'économie, on daigna accorder attention à leurs dires et examiner de plus près les faits qu'ils alléguaient.

Aujourd'hui la partie est gagnée. L'Académie de Médecine a entendu plusieurs de ses membres rééditer contre les helminthes des accusations qui furent jadis classiques et qui, de ce fait, le sont redevenues. On a démontré que leur dédain systématique avait fait porter plus d'une fois des diagnostics inexacts, que les pseudo-méningites qu'on attribuait aux vers intestinaux étaient parfois des méningites trop réelles, que leur mode d'action sur l'organisme était aussi divers que sérieux et que les troubles engendrés par eux, pouvant prendre des masques variés, affectaient parfois une gravité considérable. La théorie vermineuse a de nouveau droit de cité dans la médecine.

Il est vrai qu'entre temps, les recherches faites en pathologie tropicale étaient venues donner à la question de la parasitologie en général un élan incomparable. C'est là surtout que l'étiologie parasitaire prend tout son développement. Les exemples en sont à la fois innombrables et typiques. Toute une phalange de savants, ayant suivi de près les conquérants des pays chauds et les voyageurs qui les parcoururent les premiers, firent en ce domaine des découvertes incessantes qui jetèrent sur ce genre d'origine de beaucoup de maladies une clarté inestimable. C'est de là, en réalité, mis à part justement les vers intestinaux, que sont parties la plupart de nos connaissances sur les parasites et leurs méfaits. Puis les acquisitions ainsi réalisées s'appliquèrent à nos régions comme aux pays où on les avait recueillies. Notre pathologie de régions tempérées fut profondément modifiée et améliorée par ces idées nouvelles. Ceci d'autant plus que l'on s'aperçut rapidement que les progrès de la civilisation et du machinisme, rapprochant toujours de plus en plus les peuples des divers continents, les maladies des uns tendaient toujours à contaminer davantage les autres. La guerre mondiale vint brocher sur le tout, mêlant les races, les brassant dans un mouvement infernal et incessant et nous laissant trop souvent comme souvenir des affections que l'on avait bien pensé ne devoir jamais nous intéresser aussi immédiatement.

A l'heure actuelle, la parasitologie est devenue non seulement un chapitre important de la pathologie humaine,

mais une source de notions générales qui l'ont en partie transformée. Elle mérite un développement notable, si l'on veut se rendre compte des différentes façons dont l'homme sain risque de devenir malade. Il serait vain, d'ailleurs, de vouloir l'embrasser tout entière et dans tous ses détails en quelques pages. Il paraît préférable de prendre dans chaque groupe de parasites les plus communs ou les plus caractéristiques et de donner sur eux des détails suffisants pour bien montrer leur importance. Ceci fait, il sera facile de montrer comment les parasites, d'une façon générale, agissent sur l'organisme et quelle est, par conséquent, la cause des maux qu'ils déterminent trop souvent et de la gravité que ceux-ci affectent en certaines circonstances.

CHAPITRE II

ÉTUDE DES PARASITES

LES CONDITIONS DU PARASITISME

Les parasites animaux, les seuls dont nous nous occupions ici [1], appartiennent aux groupes les plus divers. On trouve de leurs représentants sur une partie considérable de l'échelle zoologique, qui va depuis les protozoaires jusqu'aux insectes et aux arachnides.

Il y a cependant, parmi eux, des distinctions notables à faire. Les uns, suivant l'expression admise, sont adaptés au parasitisme, ils sont obligatoirement parasites ; les autres ne le sont qu'accidentellement.

Le parasitisme impose, en effet, aux êtres qui en vivent exclusivement, une structure particulière et qui les rend impropres à prospérer ailleurs que sur un hôte dont ils puisent leur substance. On ne voit pas bien ce que ferait un ténia abandonné à lui-même ou un hématozoaire ne disposant pas de globules sanguins, tandis que la larve des mouches peut trouver de quoi se nourrir dans toutes les matières organiques, notamment celles qui sont en décomposition. Si elle s'introduit sous la peau humaine ou dans une cavité naturelle comme le nez et y vit, ce n'est qu'occasionnellement et, si l'on osait dire, par fantaisie. Mais la spécificité, la spécialisation du parasite est poussée plus loin encore. Un parasite donné vit sur un certain hôte et ne vit guère que sur lui. Si on le change d'espèce hospitalière, il a les plus grandes chances pour succomber. D'autres, et nous en verrons des exemples, sont tenus d'habiter successivement dans deux organismes différents et, qui plus est, dans certains organes spéciaux de ces deux organismes pour pouvoir mener normalement à bien leur évolution. Si les deux organismes ne leur sont pas offerts en temps voulu, ils périssent.

Ceci, au reste, est très heureux. Les animaux parasites sont généralement d'une extraordinaire fécondité. Si tous pouvaient se développer à leur gré, il y a longtemps qu'ils auraient envahi l'univers entier et supprimé les espèces animales dont ils vivent. Le combat se serait peut-être terminé, au moins pour l'humanité, faute de combattants.

Le nombre et la diversité des parasites font que, comme nous le disions plus haut, à vouloir les décrire tous on risquerait de n'en faire qu'une énumération sans intérêt. Encore courrait-on la chance de ne la faire qu'incomplète. Mieux vaut procéder par groupes zoologiques et choisir dans chacun d'eux un ou quelques types qui en soient les représentants caractéristiques.

LES PROTOZOAIRES

L'AMIBE ET L'AMIBIASE. — Les protozoaires occupent l'échelon le plus bas de la série des animaux et l'amibe est, parmi eux, le plus simple peut-être. Elle est constituée par une masse amorphe de protoplasma dans laquelle on distingue difficilement un noyau. Ce minuscule globule de matière vivante, qui mesure environ 20 à 30 millièmes de millimètre (fig. 1), se meut d'une façon simple. Il allonge une expansion en forme de bras

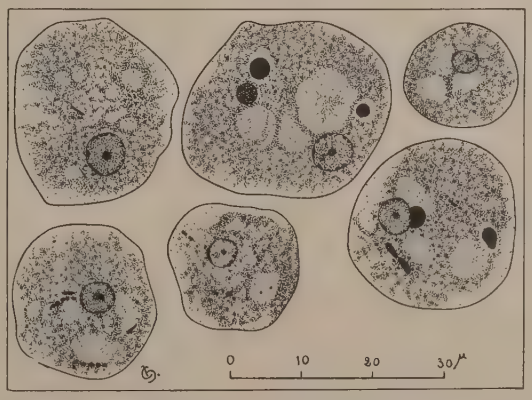


Fig. 1. — AMIBES DE LA DYSENTERIE (*Entamœba Dysenteriæ* après coloration à l'hématoxyline ferrique) — L'échelle graduée en μ (millième de millimètre) placée au bas de la figure donne le grossissement. (Dr Corcuff, del.)

1. Les parasites végétaux, constituant le groupe des mycoses, sont étudiés dans ce même volume, après les microbes (Infection).

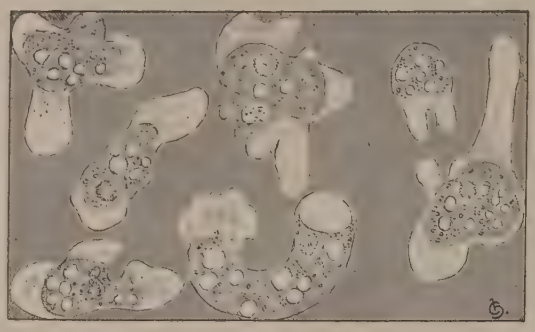


Fig. 2. — AMIBES VÉGÉTATIVES A L'ÉTAT FRAIS SANS COLORATION POUR MONTRER LES PSEUDOPODES ✍ Les amibes progressent à l'aide de prolongements dits pseudopodes qu'ils projettent et rétractent successivement. (Dr Corcuff, del.)

(pseudopode) qui se fixe en un point et attire à lui le reste de l'animal (fig. 2). Sa façon de s'alimenter n'est pas plus compliquée. Rencontre-t-il une particule de matière dont il puisse tirer parti, il l'enserre entre deux pseudopodes, referme cette sorte de pince, et voici la particule englobée. Elle restera là tant que l'animal y trouvera quelque chose à prendre, puis le reste sera rejeté.

Ceci est commun à toutes les amibes et même aux globules blancs du sang, qui leur ressemblent par certains côtés. Voici maintenant qui est particulier à l'*Entamœba dysenteriæ* qui doit nous intéresser spécialement. Cette amibe vit dans notre intestin. Un beau ou un mauvais jour, l'homme a bu d'une eau impure. Il a avalé en même temps que le liquide quelques-uns de ces kystes sur lesquels nous reviendrons plus loin. Une fois parvenu dans le tube intestinal, le kyste se rompt. Les amibes qu'il contient sont dans la place. Elles n'ont plus qu'à se laisser vivre.

Vivre, pour elles, c'est naturellement manger. Dans le long conduit où le sort les a amenées, elles ne trouvetaient pas grand'chose à assimiler. De plus, agité de mouvements incessants, parcouru par des courants inhospitaliers, il serait un gîte bien médiocre. Le parasite s'en prend donc à la paroi, afin de se mettre en lieu plus propice. Elle est bien défendue, cette paroi, par une palissade ininterrompue de cellules serrées les unes contre les autres. L'animalcule manque d'armes pour entamer ce rempart, mais il est patient et tenace, autant que l'on puisse alléguer des sentiments de ce genre en parlant d'un être aussi sommaire. Poussant ses pseudopodes les uns après les autres, il parvient à en insinuer un entre deux cellules de la muqueuse. C'est fait, le reste du globe de protoplasma suivra.

Une fois parvenue dans l'épaisseur même du revêtement muqueux de l'intestin, l'amibe y détermine des ulcérations plus ou moins étendues qui ne résultent pas d'autre chose que de très dommageables destructions effectuées sans doute pour se nourrir. Le fait que l'on trouve parfois dans le corps de l'amibe des globules sanguins en voie d'absorption prouve à quel point ce travail du parasite est dangereux.

De fait, l'infortuné mortel dont l'intestin est ainsi miné par les amibes, ne tarde pas à en ressentir les effets. Il est en proie aux pénibles épreintes, aux douloureuses coliques de la dysenterie. Les évacuations perpétuelles auxquelles il est condamné l'épuisent, et peu à peu, anémié, amaigri, il tombe, de crise en crise, dans un état tellement précaire que, si la médecine n'intervient pas, il en meurt. Il en meurt, dans certains pays chauds particulièrement ravagés par cette maladie, dans la proportion de 80 p. 100.

L'action de l'amibe est d'autant plus grave qu'elle ne s'en tient pas à cette atteinte de la muqueuse intestinale que nous avons décrite. Les animalcules, au cours de leur marche destructrice, rencontrent souvent des vaisseaux sanguins. Alors, se laissant porter par le flot rouge qui sans arrêt y coule, les voici qui émigrent loin de leur premier gîte. Ils s'arrêteront en un point ou en un autre. Si le lieu ne leur agrée pas, ils succomberont peut-être. Si c'est un organe favorable, ils s'y fixeront et là détermineront des suppurations très graves. C'est ainsi que naissent, pour la plus grande part, les abcès du foie qui conduisent trop d'humains à la mort, notamment dans les pays tropicaux.

Au reste, si la vie devient pour elle trop difficile, l'amibe a une ressource. Elle s'entoure d'une espèce de coque solide, à l'abri de laquelle elle attend que se terminent les mauvais jours (fig. 3). Elle ne manque pas de revenir à ce procédé quand, sous une influence qui nous reste un peu obscure, elle quitte le corps de l'homme et parcourt le tube intestinal jusqu'à ce qu'elle retrouve la lumière. Le kyste ainsi constitué tombe au hasard des exonérations et court le risque de périr à la longue. Cependant, s'il peut gagner un cours d'eau, il y a aussi quelques chances pour qu'un homme s'abreuve à cette source impure et pour que l'aventure première se renouvelle. Il en est encore de même si la chute a eu lieu sur une plante alimentaire qui sera consommée crue. Il faut savoir, en outre, que l'amibe profite de son incarcération dans la coque pour multiplier. De sorte que d'un kyste ingéré ce n'est pas une amibe qui sortira dans

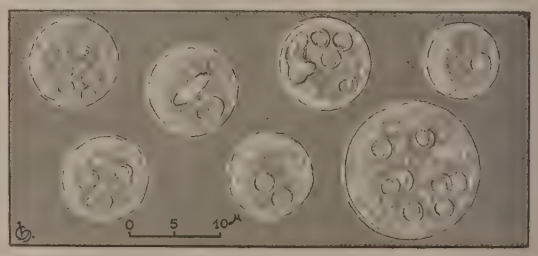


Fig. 3. — L'ENKYSTEMENT (FORME DE RÉSISTANCE ET DE VIE LATENTE) DES AMIBES ✍ Kystes de l'*Entamœba dysenteriæ* à l'état frais sans coloration. On a figuré en haut à droite un kyste de l'*Entamœba coli* pour comparaison de dimensions. L'échelle du bas, graduée en millièmes de millimètre, permet de se rendre compte de la grandeur de ces kystes. (Dr Corcuff, del.)

l'intestin du nouvel hôte, mais toute une petite famille.

L'*amibiase* (ainsi nomme-t-on la maladie dont les manifestations les plus communes sont la dysenterie et les abcès du foie) a cessé, de nos jours, d'être une affection tropicale. La guerre et le mélange des races qu'elle a déterminé l'a amenée en Europe et notamment en France. On a constaté cette maladie chez certains de nos compatriotes qui n'avaient jamais quitté leur pays natal. L'amibe s'accommode donc de notre appareil digestif comme elle s'accommodait de celui des Annamites et des Arabes. Il nous faut compter avec cet ennemi et le combattre énergiquement. La première chose à faire est de guérir les sujets atteints. Heureusement nous possédons pour le faire un médicament des plus efficaces, l'émétine, qui a remplacé l'ipéca de jadis. Puis il y a l'hygiène à imposer dans les pays où des cas ont été constatés. Jusqu'à présent, le mal, chez nous, n'est pas grand. Il n'en est pas de même aux colonies, où l'amibiase exerce des ravages considérables.

Ce premier exemple donne une idée du mal que peuvent faire de minuscules parasites. Nous verrons d'ailleurs bien pis que cela. De même, nous allons assister à une complication de ces phénomènes déjà si curieux par eux-mêmes, en étudiant ceux qui caractérisent une maladie commune dans le monde, Europe comprise, la malaria.

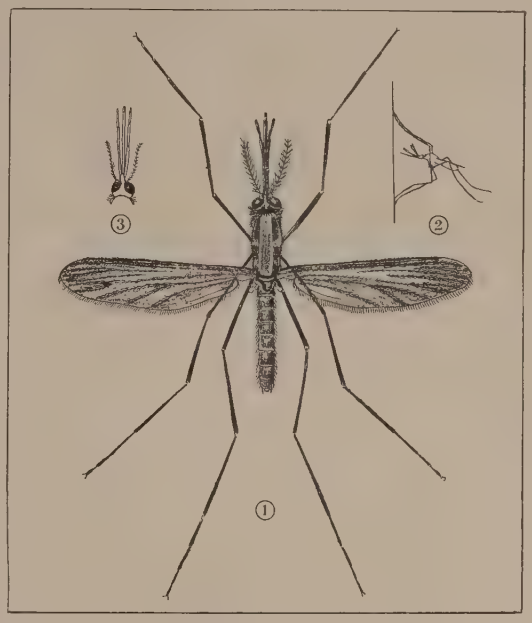


Fig. 4. — L'ANOPHÈLE (*Anopheles maculipennis*) 1. *Femelle très grossie.* — 2. *Comment se pose l'anophèle sur un mur.* — 3. *Tête* (schéma). — L'anophèle à ailes tachetées est l'insecte transmetteur du paludisme. (Dr Corcuff, del.)

L'HÉMATOZOAIRE ET LE PALUDISME.

Pour aborder ici ce chapitre, nous avons donné une légère entorse à la succession naturelle des groupes zoologiques, mais l'intérêt spécial qui s'attache à la connaissance du paludisme au point de vue parasitologique pur comme au point de vue médical, légitime, croyons-nous, notre parti de nous en occuper à cette place.

Les médecins, qui connaissaient les fièvres paludéennes depuis Hippocrate et leur plus efficace remède depuis l'introduction du quinquina en Europe sous Louis XIV, ont recherché pendant des siècles la cause de cette grave affection dans l'air, dans l'eau, dans le sol, sans jamais la trouver. Il faut arriver à 1881 pour qu'un médecin militaire français, Laveran, établisse que l'agent infectieux cause de la maladie est un parasite du sang, une coccidie. Deux savants italiens, Golgi et Grassi, complétèrent nos connaissances, le premier en décrivant les métamorphoses de ce protozoaire, le second en montrant qu'il est inoculé d'individu malade à individu sain par un moustique du genre *Anopheles* (fig. 4). C'est maintenant une des histoires pathologiques les mieux connues qui soient.

Le parasite de la malaria, *Plasmodium malariæ* (admettons pour le moment qu'il soit unique), a donc, pour ainsi dire, une vie double, qui se passe successivement dans le corps d'un moustique et dans le sang d'un homme. Chez ce dernier, c'est en effet dans ce liquide qu'on le trouve et même dans ce que le sang contient sans doute de plus précieux, le globule rouge. Il y pénètre sous la forme d'un minuscule organisme, semblable à une amibe, qui y vit, suivant une image un peu grossière, comme un rat dans son fromage, se nourrissant de l'hémoglobine, matière colorante du globule. Son noyau — car ce microcosme a un noyau — mûrit, et, quand il est mûr, se divise en noyaux plus petits qui se dirigent à la périphérie du parasite. Le corps même de ce dernier se segmente alors en quartiers qui le font ressembler à une élégante rosace, et chacun de ces quartiers donnera lieu à un parasite nouveau quand l'ensemble se rompra, ce qui est la dernière phase du phénomène, lequel va recommencer tel que nous venons de le voir en raccourci. Il est remarquable que c'est au moment de cet essaimage que se produit l'accès de fièvre. Le reste du temps, c'est le silence.

Mais d'où venait-il ce minuscule schizonte (c'est le nom scientifique) dont nous venons de voir l'évolution dans le sang humain? Il avait, peut-être, sous une forme différente, été puisé dans le sang d'un individu déjà infecté par une femelle d'*Anopheles maculipennis*, un moustique ressemblant beaucoup à notre vulgaire cousin (fig. 6).

Dans l'estomac de l'insecte, le parasite subit quelques métamorphoses qui, contrairement à ce que nous venons de constater chez l'homme, impliquent l'union de deux éléments de sexes différents et à la fin desquelles il perce la paroi de l'organe et se fixe dans son épaisseur. Là, nouvelle phase qui se termine par la mise en liberté d'un essaim de jeunes formes qui se répandent un peu partout dans l'organisme du moustique et notamment

Fig. 5. — HÉBERT : LA MALARIA ø (*Musée du Louvre.* Cl. Hachette.)

dans les glandes salivaires. Lorsque celui-ci piquera un individu sain, il lui inoculera en même temps que son venin quelques-uns de ces jeunes parasites, qui ne sont qu'au début de leur existence. Nous venons de voir comment ils passent le reste.

Tout le parasitisme le plus complet est contenu dans cet exemple : un transmetteur qui héberge quelque temps le parasite, puis l'inocule à un hôte nouveau, la double existence de ce parasite dans les deux organismes, les désordres qu'il détermine, tel est le cycle que nous retrouverons bien des fois.

Pour en revenir au parasite du paludisme, on discute pour savoir s'il est représenté par une espèce unique, susceptible de prendre des formes diverses causant des troubles distincts, ou s'il y a trois espèces d'hématozoaires responsables, chacun pour son compte, de la fièvre tierce (*Plasm. vivax*), de la fièvre quarte (*Plasm. malariæ*) et de la fièvre pernicieuse (*Plasm. falciparum*). Laveran était partisan de l'unicité : depuis lui la théorie de la multiplicité est devenue classique, mais la question ne peut être présentée comme définitivement résolue. La discussion sortirait des limites de cet exposé.

Quant à la maladie elle-même, il n'est personne qui n'en ait au moins entendu parler sous ses divers noms de *paludisme, malaria, fièvres paludéennes,* etc. On sait que le symptôme le plus commun des accès qui la constituent est la fièvre. Un frisson annonce le début, frisson sévère, pendant lequel la température monte jusqu'à 40°. La transpiration caractérise la fin après quelques heures très pénibles. Suivant l'intervalle de temps qui s'écoule entre deux crises successives, la fièvre est appelée *tierce, quarte, quotidienne,* etc. Cette fièvre, cependant, n'est qu'un symptôme. Il faut y joindre des manifestations très diverses : anémie, tuméfaction de la rate et du foie, névralgies, troubles intestinaux, crises cardiaques, désordre de la vue, etc. Est-il un seul appareil qui ne soit pas touché, gravement parfois, par cette infection?

Maladie essentiellement chronique, comportant des phases aiguës, la malaria mal soignée ou non soignée aboutit à la déchéance totale de l'individu, à la cachexie et à la mort. Les choses vont plus ou moins rapidement suivant la gravité de la forme, la multiplicité des lésions et leur importance, la résistance de l'individu, mais la terminaison est la même. Heureusement la médecine sait combattre victorieusement le paludisme, et chacun sait que la quinine en est le remède spécifique. La quinine ou le quinquina dont elle est extraite, ce dernier devant peut-être être préféré en dehors des crises. Depuis quelque temps on a ajouté à ce traitement d'autres agents thérapeutiques, tels que les arsenicaux et même le mercure. Il semble que, suivant les variétés de l'affection, on doive choisir tel ou tel de ces médicaments. Bien et longtemps soignées, les fièvres paludéennes n'ont

plus la gravité qu'elles revêtaient jadis et qu'elles connaissent encore quand elles sont négligées. Très souvent la maladie guérit totalement.

Reste leur prophylaxie, qui rend la cure inutile : prophylaxie individuelle d'abord, consistant à donner préventivement de la quinine à tout individu qui va séjourner dans les pays impaludés et à conseiller, voire à imposer, aux habitants de ces pays, des mesures de protection variées, moustiquaires, grillage serré aux fenêtres des habitations, voilettes et gants pour les sorties du soir ; prophylaxie publique ensuite, qui vise à assainir les régions à marais, à assécher ceux-ci, lieu de ponte favori de l'anophèle, à détruire les moustiques, notamment à l'état larvaire, en pétrolant les mares, en peuplant les grandes nappes d'eau de poissons friands de ces animalcules. Toutes ces précautions doivent être prises avec persévérance, et l'on connaît plus d'un exemple de retour de l'infection dans des pays dont on l'avait chassée, par suite de relâchement dans la réalisation de cette protection. C'est d'ailleurs là un chapitre de la lutte qu'il n'est donné qu'aux gouvernements de mener à bien.

Mais on conçoit très bien, d'après les seules notions que nous venons d'énumérer, que le paludisme soit une maladie extraordinairement étendue dans les cinq parties du monde. Il suffit, en effet, pour qu'il apparaisse quelque part, du moustique et de sujets déjà impaludés. Ce sont là des conditions trop souvent réalisées dans des pays à climat tempéré ou chaud, et les paludéens sont plus nombreux encore qu'ils ne l'étaient jadis, toujours en raison des facilités d'infection qui ont résulté de la guerre et du brassage de nations qu'elle a causé.

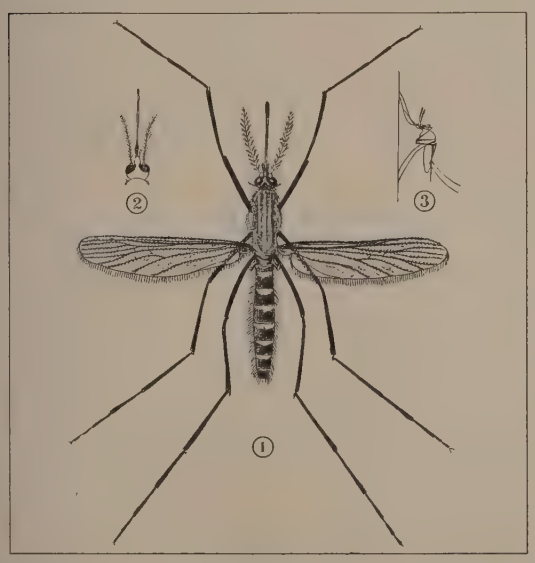


Fig. 6. — LE COUSIN (*Culex pipiens*) ø 1. *Femelle très grossie.* — 2. *Tête* (schéma). — 3. *Comment se pose le culex sur un mur.* — Le culex est l'animal vulgairement appelé « cousin » et qui est inoffensif, les désagréments de la piqûre mis à part.

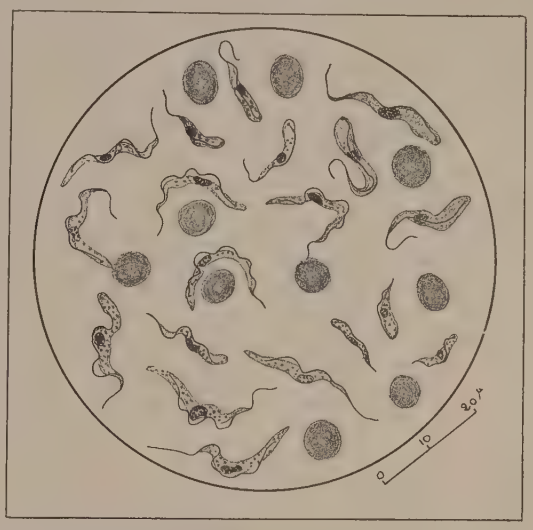


Fig. 7. — TRYPANOSOMES ø Plusieurs espèces de trypanosomes ont été figurées ici, afin de montrer la variété de formes qui existe dans ce groupe.

LE TRYPANOSOME ET LA MALADIE DU SOMMEIL. ø ø Les amibes appartenaient au groupe des rhizopodes. Pour parler de la malaria nous avons laissé de côté celui des flagellés, qui cependant fournissent un grand nombre de parasites. Revenons-y en étudiant d'abord la maladie du sommeil et son agent responsable, le trypanosome.

Trypanosome signifie : qui « a le corps en forme de tarière » (fig. 7). Epithète un peu trompeuse. Un trypanosome est un petit animal de 20 millièmes de millimètre de longueur qui se compose d'une cellule allongée autour de laquelle s'enroule une sorte de membrane se terminant par un fouet ou flagelle. Il vit, sans leur causer, semble-t-il, grand dommage, chez un certain nombre d'animaux, singes, antilopes, etc., et, d'autre part, dans le sang des humains malades.

Il demeurerait cependant chez les animaux en question, n'était la tsé-tsé ou glossine (*Glossina palpalis*), une mouche qui joue ici le rôle qu'assumait tout à l'heure le moustique. C'est dire que ce diptère, un peu plus petit que notre taon et muni d'une formidable armature buccale, puise le parasite là où il est, en piquant animaux et hommes malades, puisque, allant piquer ensuite des sujets sains dont il convoite le sang, il leur inocule ce trypanosome. Nous allons voir où cette attaque d'un médiocre insecte conduit ces malheureux.

La *maladie du sommeil* est exclusivement tropicale. Elle sévit surtout en Afrique là où vit la tsé-tsé, c'est-à-dire que son aire de dispersion s'étend entre la boucle du Niger, au nord, les grands lacs Victoria-Nyanza et Tanganyika à l'est, le Zambèze au sud, l'océan à l'ouest. Elle n'y frappe, d'une façon générale, que les noirs, mais parfois des blancs sont atteints; il est même curieux de rappeler que c'est chez un homme de race

Fig. 8. — UN SPIROCHÈTE ⌀ Le *Leptospira icteroïdes*. qui serait le spirochète responsable de la fièvre jaune, (Dr Corcuff, del.)

blanche que pour la première fois le trypanosome a été mis en évidence par Forde et Durton, il y a environ vingt-cinq ans.

Au point de vue des symptômes qu'elle détermine, la maladie du sommeil passe par deux phases nettement différenciées. Dans la première, qui semble correspondre à la présence du trypanosome dans le sang de l'homme atteint, les signes sont ceux d'une grande infection : fièvre à rechutes, respiration haletante, ganglions hypertrophiés surtout dans la région située au-dessus de la clavicule, rate augmentée de volume, éruptions de teinte variable, sensibilité très accrue des muscles. Pendant des mois ou des années, les choses resteront telles, mais un jour l'apparition de symptômes nerveux viendra annoncer que la deuxième phase est commencée.

C'est la phase du sommeil, celle qui a donné son nom à la maladie et qui correspond à la pénétration du parasite dans les centres nerveux. L'homme, chez qui les signes précédents persistent d'ailleurs, a une tendance invincible à s'endormir partout où il se trouve. Au début il lutte encore, se réveille au moins pour manger. Plus tard, il ne le pourra même plus, le sommeil deviendra continu jusqu'à ce que la mort survienne et emporte ce pauvre être dégradé, amaigri, cachectique, qu'une mouche un jour a piqué.

La lutte contre la maladie du sommeil est difficile, parce qu'il est malaisé de détruire un insecte qui, comme la tsé-tsé, pullule. On y parvient cependant peu à peu, en déboisant les régions malsaines, supprimant ainsi les gîtes favoris de l'animal. On combat, là encore, en s'efforçant de guérir les sujets malades qui sont des réservoirs de trypanosomes, en les isolant, en les parquant dans des camps dits de « ségrégation ». Incessamment des missions scientifiques, françaises, anglaises, belges, parcourent les régions d'Afrique où le mal sévit avec intensité, améliorent toujours les mesures de prophylaxie. Le traitement, que l'on réalise à l'aide d'arsenicaux dont l'atoxyl est le principal, est efficace, à la condition d'être appliqué pendant la première phase de la maladie. Dans la seconde période, ses effets sont très incertains, sinon nuls.

Ajoutons qu'il existe deux espèces de trypanosomes pouvant occasionner la même infection et transmis par deux glossines un peu différentes l'une de l'autre. Affaire de classification et de détails, les lignes précédentes convenant à toutes deux.

LES SPIROCHÈTES ET LA FIÈVRE JAUNE. ⌀⌀ S'il fallait nous soucier uniquement de l'importance des maladies que nous choisissons comme types d'affections parasitaires, il est hors de doute que nous devrions parler en ce lieu de la syphilis. Cette redoutable maladie, l'une de celles qui désolent le plus universellement l'humanité, est, en effet, due à un spirochète (*Spirocheta* ou *Treponema pallidum*). Mais comme cet ouvrage consacre à ses ravages de longs développements, nous ne faisons que signaler ici sa nature parasitaire.

Les spirochètes sont de curieux animalcules dont le nom fait image (fig. 8). Ce sont, en effet, des êtres fins et très déliés dont le corps représente une spirale. Leur longueur, leur épaisseur, varient suivant une proportion très grande. Il en est qui mesurent jusqu'à 200 millièmes de millimètre; d'autres n'en mesurent que 3 ou 4. Leur épaisseur est toujours très médiocre et se chiffre par fractions de millième de millimètre. Ils ne sont généralement visibles qu'à l'ultra-microscope.

L'un d'entre eux (*Spirocheta icteroïdes*) détermine la *fievre jaune*, célèbre aussi sous le nom de *vomito negro*. C'est une maladie des pays tropicaux et notamment de l'Amérique du Sud. On l'a vue sévir également au Sénégal, au Cameroun, au Gabon, mais à intervalles éloignés.

Sa description sera rapidement faite. Une première période caractérisée par de la fièvre très vive, des maux de tête, des douleurs de reins « en barre », des douleurs épigastriques, de l'albuminurie et une coloration rouge de la peau. Puis une rémission de quelques jours pendant laquelle le malade se tient volontiers pour guéri. C'est que le spirochète a quitté son sang, il n'y reste plus que ses poisons qui vont se répandre dans tout l'organisme. La chose faite, on note la réapparition de la fièvre, puis des vomissements noirs de sang digéré. Toute l'économie, en effet, est en proie à des hémorragies. Il s'en fait par la peau, par le nez, par les reins, par les gencives, par l'estomac, et ce sont ces dernières qui occasionnent le *vomito negro*. En même temps apparaît l'ictère qui colore la peau en jaune et donne la teinte caractéristique d'où la maladie tire son nom. Cet ictère est dû aux atteintes du foie, qui sont très graves et destructives. Il en est d'autres d'ailleurs, non moins sérieuses, dans les reins, dans les capsules surrénales. Au bout de six jours de cette dernière période, le malade est mort ou en convalescence, et malheureusement c'est souvent la première de ces terminaisons qui se manifeste. Dans le cas contraire, la convalescence est difficile, longue, sujette aux rechutes.

Pour le mode de transmission, nous n'aurions qu'à répéter ce que nous avons dit à propos du paludisme

ÉVOLUTION DU PARASITE DU PALUDISME CHEZ L'HOMME ET CHEZ L'ANOPHÈLE

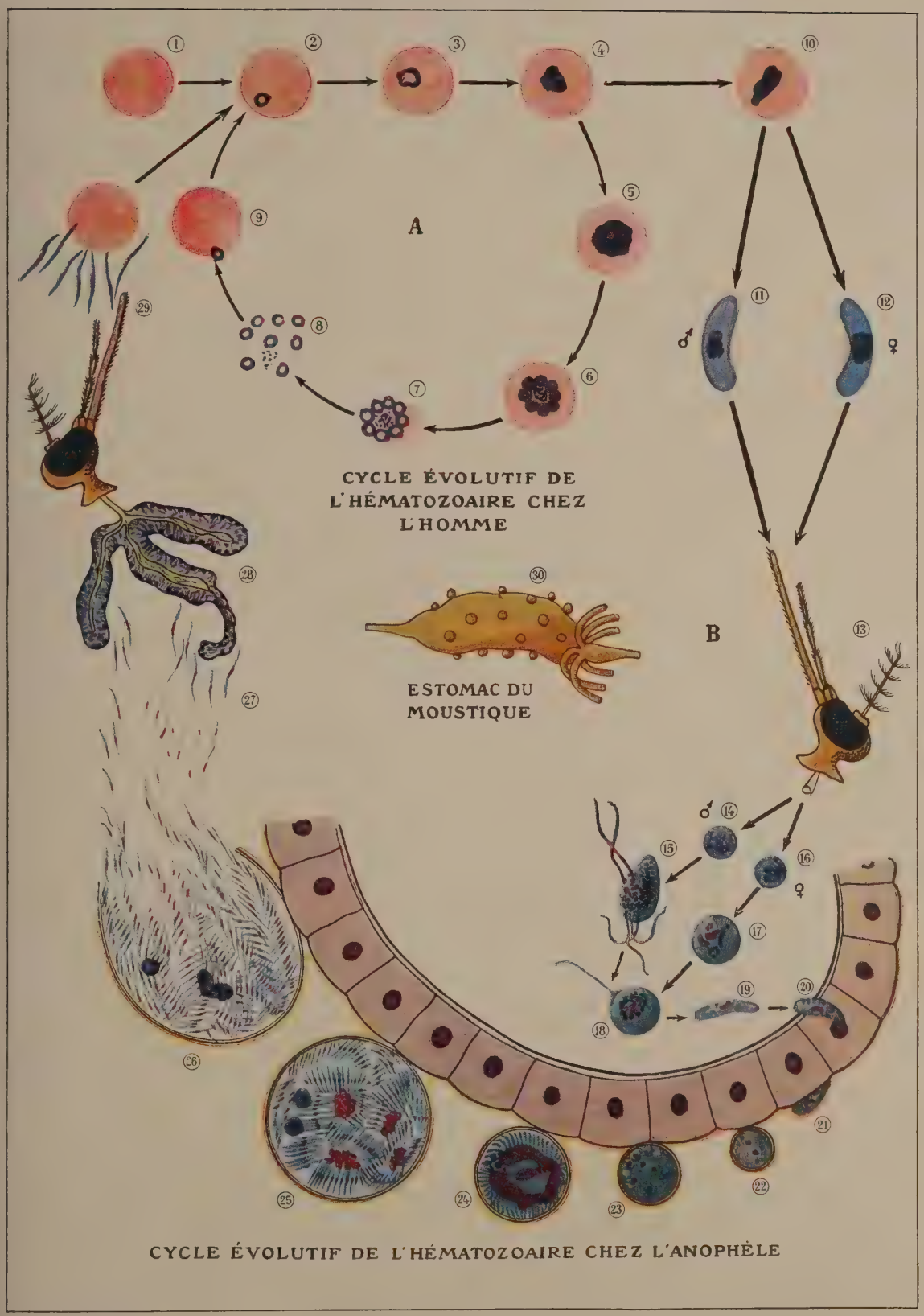
Le parasite de la malaria (Plasmodium) présente deux périodes dans son cycle évolutif. La première période se passe dans le sang de l'homme et est caractérisée par une reproduction asexuée; la deuxième se passe dans le corps de l'anophèle et est caractérisée par une reproduction sexuée. La figure représente ces deux phases et la façon dont elles se relient l'une à l'autre.

Etant donné un globule rouge du sang, normal (1), un plasmodium y pénètre (2) et y affecte des formes un peu différentes (3, 4, 5), à mesure qu'il avance en âge et que son noyau se divise. En 6, nous voyons le parasite prendre l'apparence d'une rosace. En 7 et 8, le globule rouge est détruit et chacune des divisions du parasite donne naissance à un parasite nouveau susceptible de pénétrer à son tour dans un globule rouge (9) et de recommencer le cycle.

D'autre part, supposons un globule rouge parasité (10) dans lequel existent déjà les deux principes (ou gamètes) mâle (11) et femelle (12). Ce globule rouge est absorbé par un moustique dont la tête et l'armature buccale sont représentées en 13. Dans le corps de ce moustique, les deux principes mâle et femelle évoluent, le gamète mâle (14, 15) émettant (15) des flagelles doués de mouvement, dont l'un pénètre (18) dans le gamète femelle, qui s'est également développé (16, 17). Cette fécondation donne naissance à un organisme nouveau, dit oocynète (19) qui pénètre (20) dans la paroi de l'estomac du moustique. Là il se transforme en un oocyste (21, 22, 23) dans lequel se forment (24, 25) des corpuscules allongés, dits sporozoïtes. L'oocyste se rompt (26), mettant en liberté les sporozoïtes (27) dont quelques-uns pénètrent dans les glandes salivaires de l'anophèle (28). Celui-ci, s'il vient à piquer alors un homme sain, lui transmet ces sporozoïtes qui pénétreront (29) dans un globule rouge et la première phase recommencera.

En 30, on a représenté l'estomac du moustique avec de nombreux oocystes qui font saillie sur sa face externe. (Dr Corcuff, del.)

Pl. 5.


A
B
CYCLE ÉVOLUTIF DE L'HÉMATOZOAIRE CHEZ L'HOMME
ESTOMAC DU MOUSTIQUE
CYCLE ÉVOLUTIF DE L'HÉMATOZOAIRE CHEZ L'ANOPHÈLE

ou de la maladie du sommeil. C'est encore un insecte, encore un moustique qui est le transmetteur de la contagion. Il a nom *Stegomyia calopus* (fig. 9) et ne peut vivre qu'à une température élevée. La femelle seule pique, et ne pique que la nuit, comme celle de l'anophèle.

Comme traitement, pas grand'chose de parfait. Là aussi, ce sont les arsenicaux organiques qui ont donné les meilleurs résultats, pas toujours aussi bons qu'on le souhaiterait. Les autres modes de traitement, bains, potion anti-émétique, injections d'eau sucrée, etc., n'ont guère d'autre prétention que d'être symptomatiques.

Mais il y a la prophylaxie, et c'est sur elle qu'il faut compter. Elle n'agit pas autrement que celle dont nous avons parlé contre le paludisme, mais elle est parvenue, bien maniée, sévèrement contrôlée, à débarrasser complètement de ce fléau l'île de Cuba, grâce aux efforts d'une Commission américaine et surtout de Finlay, et en grande partie le Brésil, grâce à la ténacité d'Oswaldo Cruz. Nous avons là un bel exemple de ce que peut faire la science, quand elle est aidée dans ses efforts par des gouvernements qui écoutent ses enseignements.

Le nombre des maladies dues à des spirochètes est grand. On ne peut plus guère que les nommer. Dans cette liste émerge principalement l'*ictère hémorragique*, qui s'est montré au Japon, dans tout l'Orient et que nous avons pu étudier chez nous-mêmes au cours de la guerre,

Fig. 9. — LA STÉGOMYE ø *Stegomyia calopus*, agent de transmission de la fièvre jaune (très grossi). (Dr Corcuff, del.)

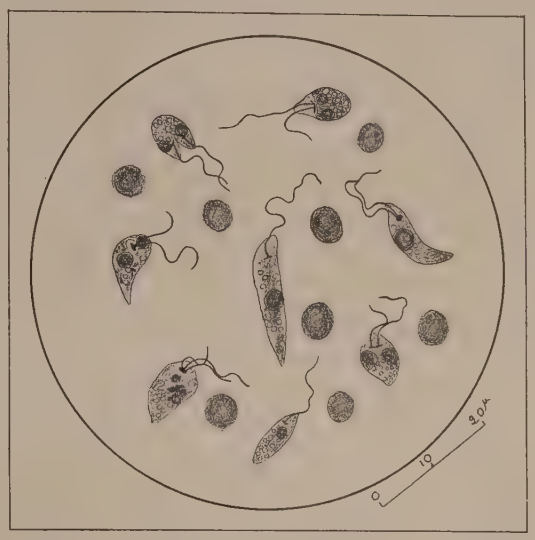


Fig. 10. — LEISHMANIA DONOVANI ø Agent du Kala-Azar. (Dr Corcuff, del.)

puis vient le *sodoku* dû à la morsure des rats et dont de nombreux cas ont été constatés dans notre pays. Le *typhus récurrent*, typhus à rechutes, dont le parasite est transmis par les poux, ou en Amérique, par des tiques, est également dû à un spirochète ; il se caractérise par des périodes de fièvre s'accompagnant d'hypertrophie du foie et de la rate, de signes de méningite, de courbatures, de lassitude, et des douleurs musculaires. Citons encore la *fièvre des tranchées*, que les Allemands avaient appelée fièvre de Volhynie ; la *dengue*, ce diminutif de fièvre jaune ; le *pian*, cette forme plus bénigne de la syphilis, et terminons en constatant que les spirochètes sont, sous d'autres formes spécifiques, des parasites extrêmement fréquents de la cavité buccale où ils déterminent des caries, des gingivites, des suppurations, et une angine spéciale ulcéreuse, connue sous le nom d'*angine de Vincent*. Ils jouent également un grand rôle dans la détermination des gangrènes pulmonaires. Une fois de plus les arsenicaux organiques semblent, sauf dans ce dernier cas et cette fois en attouchements directs, être l'agent thérapeutique de choix, et il paraît bien que l'on puisse conclure, d'une façon générale, que ces corps arsenicaux sont les meilleurs agents antispirochétiques que nous connaissions. Ils ont d'ailleurs fait leurs preuves dans la syphilis.

LES LEISHMANIA, LE KALA-AZAR ET LE BOUTON D'ORIENT. ø ø Les Leishmania sont des parasites, microscopiques comme les précédents, et qui ressemblent beaucoup aux trypanosomes. Ils ont été vus pour la première fois par Leishman et Donovan, et le plus intéressant d'entre eux réunit leurs deux noms, c'est la *Leishmania Donovani* (fig. 10).

On la trouve dans le sang des individus atteints d'une

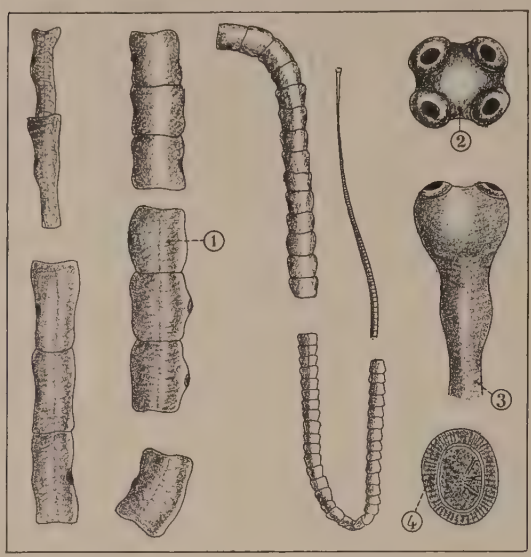


Fig. 11. — UN TÆNIA (*Tænia saginata*) ø 1. *Différentes portions de la chaîne.* — 2. *Tête vue par devant.* — 3. *Tête vue de profil.* — 4. *Œuf.* (Dr Corcuff, del.)

maladie qui s'appelle le *kala-azar*. Le parasite affecte la figure d'un petit corps ovale ou en forme de poire qui mesure en longueur 2 à 4 millièmes de millimètre, en largeur un peu plus qu'un millième de millimètre. Introduit dans le corps humain, il se cantonne dans le sang, mais non pas le sang que l'on peut examiner après une simple piqûre du doigt. Pour le voir, il faut puiser délicatement du sang dans le foie à l'aide d'une longue aiguille emmanchée au bout d'une seringue. On le rencontre non plus dans les globules rouges, mais dans les plus gros globules blancs. Lorsqu'on fait la culture de cet infiniment petit, on le voit s'adjoindre un long fouet ou flagelle. Membrane ondulante à part, on voit combien il ressemble, comme nous le disions, au trypanosome.

Quant à la maladie qu'il détermine, elle joue à s'y méprendre le paludisme. On note une invasion par fièvre très vive, très régulière, apparaissant par accès. Puis le malade s'anémie, maigrit considérablement et cette maigreur fait chez lui opposition avec la saillie de son abdomen, due au grossissement de son foie et de sa rate. Parfois il présente des hémorragies de la peau ou des muqueuses. La kala-azar atteint assez indifféremment les adultes et les enfants. Frappé de sa fréquence chez ces derniers, on a décrit une forme qui ne paraît pas leur être absolument spéciale. Les uns et les autres d'ailleurs en peuvent mourir. Un bon nombre en guérissent par simple apaisement progressif des symptômes et notamment de la fièvre.

Cette maladie sévit surtout dans les Indes, en Chine et dans le bassin méditerranéen. On suppose, sans en être sûr, que les puces sont pour beaucoup dans sa transmission, et nous n'avons pas besoin de préciser comment, dans ce cas, se ferait la contagion. Ce dont on est plus certain, c'est que les chiens sont des réservoirs de virus. D'où ce double programme de prophylaxie : supprimer les chiens malades, isoler les individus atteints.

Pour le traitement nous possédons un médicament très efficace, c'est l'émétique, qui doit s'administrer en injections intra-veineuses. La quinine est parfaitement inactive contre cette affection. C'est une particularité qui distingue celle-ci du paludisme.

Les leishmanies sont encore responsables d'une autre affection, celle-ci entièrement locale et qui reste toujours locale. Les noms successifs qu'on lui a donnés : *bouton d'Orient, clou de Biskra, bouton d'Alep,* indiquent à la fois les lieux où elle règne — et qui font encore partie du littoral méditerranéen — et le signe à quoi on la reconnaît. C'est, en effet, un bouton, un clou, qui au bout de quelque temps s'ulcère, et après quelques mois finit par se cicatriser.

L'agent responsable est la *Leishmania tropica,* qui ressemble beaucoup à la *Leishmania Donovani.* Elle est également transmise aux hommes par le chien ou par d'autres hommes, et l'intermédiaire est toujours un insecte piqueur, dans beaucoup de cas semble-t-il un minuscule moustique auquel on donne le nom de *Phlebotomus papatasii.* Là aussi l'émétique semble utile et les pansements au bleu de méthylène seraient efficaces. Mais souvent la maladie guérit sans que le médecin soit intervenu autrement que pour conseiller des soins de propreté.

On voit que presque toutes les maladies que nous avons signalées, c'est-à-dire presque toutes les affections parasitaires dues à des protozoaires sévissent surtout dans les pays chauds. C'est que les insectes qui les transmettent ne peuvent guère vivre autre part que dans les régions à température élevée. Cependant il y a lieu de se méfier. Il est fort possible qu'il existe dans nos pays des insectes susceptibles de jouer occasionnellement le même rôle. Nous avons vu le paludisme régner en France, l'amibiase (qui, elle, n'est pas transmise par un insecte) apparaître chez nous. Ceci nous montre que la maladie elle-même et son parasite peuvent parfaitement exister sous nos climats tempérés. Or, à l'époque présente, — insistons sur ce point, — l'Orient et l'Amérique, lieux de naissance de ces infections, sont devenus bien proches de nous avec les bateaux rapides et les chemins de fer sinon, bientôt, les avions. La pathologie tropicale risque de ne pas le demeurer. C'est pourquoi il faut nous y intéresser fortement. Non seulement elle dépeuple des régions où les Européens sont appelés de plus en plus à vivre et à trafiquer, mais le mal peut franchir les mers et venir chez nous. Préoccupons-nous de ce problème qui tend à devenir sérieux.

LES VERS

L'homme possède des parasites dans trois classes de vers : les cestodes, les trématodes et les nématodes.

LES CESTODES

Tout cestode présente dans son évolution deux phases. L'une, à l'état larvaire, se passe dans un animal dit « hôte intermédiaire ». L'autre, à l'état adulte, a pour théâtre l'hôte définitif qui est l'homme.

LES TÉNIAS. ♂♂ Le ténia, c'est le ver solitaire. Si inexacte que soit souvent cette expression, elle est trop connue pour que nous la passions sous silence. Au reste, il est un ténia qui est toujours solitaire. C'est par lui que nous commencerons.

Il a nom *Tænia saginata* (fig. 11), c'est celui que nous voyons le plus souvent dans les longs tubes de verre dont les pharmaciens ornent volontiers leur vitrine, c'est celui que nous sommes le plus exposés à contracter. Sa longueur est considérable, puisqu'il peut atteindre dix mètres, dix mètres d'un ruban blanc et plat, divisé en anneaux.

Avant le premier de ces anneaux, on décrit le cou, très mince, puis une tête, dite scolex, extrêmement petite, qu'il importe de retrouver après l'expulsion du ver pour être sûr que cette expulsion est complète. Si la tête est restée attachée par ses ventouses à la muqueuse intestinale, tout est à refaire, car les anneaux se régénéreront. Regardons un de ces anneaux, inclus entre deux plaques de verre, après avoir fait agir sur lui un peu d'acide acétique, pour dissoudre les parties calcaires qu'il renferme. Nous le verrons porteur, sur les côtés, d'un orifice, le pore génital, et rempli presque tout entier par un sac ramifié qui est l'utérus, bourré d'œufs. Chaque anneau est, en effet, une sorte de sac génital contenant les organes des deux sexes et, après fonctionnement de ceux-ci, ne renfermant plus que des œufs fécondés. En dehors de cette importante particularité, l'anatomie de l'animal ne présente plus guère à considérer que deux cordons excréteurs qui règnent tout le long de la chaîne des anneaux, et des filets nerveux, au parcours à peu près identique, aboutissant à un ganglion central renfermé dans le scolex.

Les signes par quoi le ver solitaire dénonce sa présence dans le corps de l'homme sont divers. Il y a d'abord les symptômes digestifs : gastralgie, appétit exagéré, diarrhée ou constipation ; puis les accidents nerveux : convulsions, strabisme, phénomènes rappelant la méningite ou la danse de Saint-Guy. Tout cet ensemble doit donc faire suspecter le ténia, mais la preuve de son existence ne peut être fournie que par la présence dans les selles d'anneaux détachés de la longue file que nous avons décrite. Alors entreront en jeu les divers anthelminthiques, dont les principaux sont l'extrait éthéré de fougère mâle, l'écorce de grenadier, le thymol. Quand la tête, comme nous l'avons dit, sera sortie, la guérison sera complètement acquise.

Suivons, en dehors de toute application médicale, le sort d'un anneau évacué lorsque, mûr, il s'est détaché des autres. Dès qu'il est hors du tube intestinal, il se flétrit et les œufs qu'il contient sont mis en liberté. Chacun d'eux renferme un petit organisme, l'embryon dit « hexacanthe » parce qu'il possède six crochets. Passe un bœuf qui, en mangeant quelque plante souillée, avale un des œufs, lequel mesure quelques millièmes de millimètre de taille.

Dans l'estomac de l'animal la coque de cet œuf se dissout. L'embryon libéré commence un long voyage, qui par l'intestin, les veines qui en partent, les branches de la veine porte qu'elles rejoignent, le foie, etc., le conduit en un lieu qui lui convienne dans une des masses musculaires, ou dans un des dépôts graisseux du ruminant. Là il se fixe, se transforme en larve et vit sous cette forme jusqu'à ce que le bœuf, suivant son destin fatal, soit conduit à l'abattoir, puis débité pour la boucherie. Si la viande est consommée insuffisamment cuite (à plus forte raison crue), la larve arrive tout naturellement dans l'intestin humain. Elle ne représente encore qu'une vésicule de 4 à 8 millimètres de diamètre dans laquelle on distingue cependant une tête prudemment repliée à l'intérieur. Dans le milieu favorable où elle est parvenue, la larve dévagine sa tête, celle-ci se fixe et voilà l'homme parasité. La formation des anneaux vient ensuite.

Apportons à cette histoire quelques légères modifications. L'animal, au lieu de ventouses, aura, pour s'attacher à l'intestin, des crochets. A son époque de plein

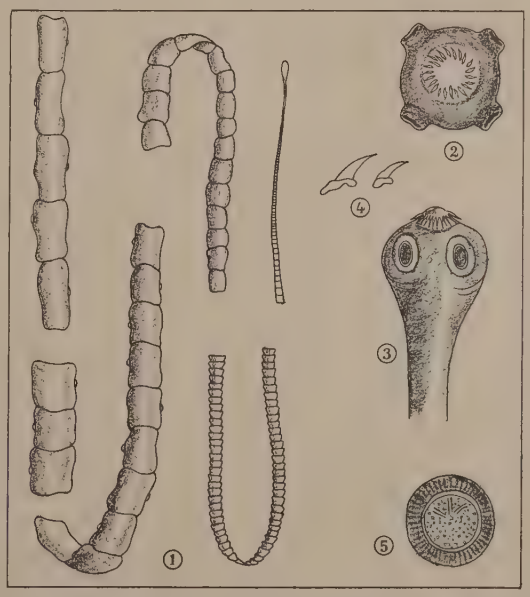


Fig. 12. — UN TÆNIA (*Tænia solium*) ♂ 1. *Différentes parties de la chaîne.* — 2. *Tête vue par devant.* — 3. *Tête vue de profil.* — 4. *Crochets, grand et petit.* — 5. *Œuf.* (Dr Corcuff, del.)

développement sa longueur sera un peu moindre. Les anneaux ne seront plus isolés lors de leur sortie du corps, mais en groupe. L'utérus qu'ils contiennent sera un peu moins compliqué dans sa forme. Enfin l'hôte intermédiaire ne sera plus le bœuf, mais le porc. Ainsi nous aurons décrit le *Tænia solium* (fig. 12), encore un parasite que nous sommes exposés à héberger dans notre tube digestif, cela d'autant plus que la viande du porc est plus fréquemment consommée crue que celle du bœuf. Chez le porc qui a ingéré des œufs de *Tænia solium*, les larves qui en sont issues déterminent dans les muscles une maladie qu'on appelle la *ladrerie*, et qui est assez visible. Mais la préparation des viandes a des secrets qui permettent parfois de faire passer des porcs ladres pour des porcs sains. L'homme peut avaler aussi, par hasard, des œufs de ce ténia, et peut héberger en quelque point de son corps des larves qui feraient de lui un « ladre ». Cependant le fait est exceptionnel et il faut savoir que lorsque l'on rencontre cette épithète dans nos vieux auteurs, elle signifie « lépreux » et pas autre chose.

Il ne manque pas d'autres parasites appartenant au groupe des ténias, mais leur description ne nous apprendrait rien de nouveau. On peut signaler seulement un ténia minuscule, qui n'a que quelques millimètres de longueur et qui s'appelle *Hymenolepis nana*. On ne le trouve guère que chez les enfants dans les pays chauds.

Mais il convient de s'arrêter quelque peu sur le *Tænia echinococcus*. Celui-ci a pour hôte définitif non pas l'homme, mais le chien. L'homme, léché par son compagnon, dont les soins de propreté s'effectuent de façon assez répugnante sous nos yeux mêmes, peut avaler quelque œuf de ce parasite. C'est alors à l'état larvaire

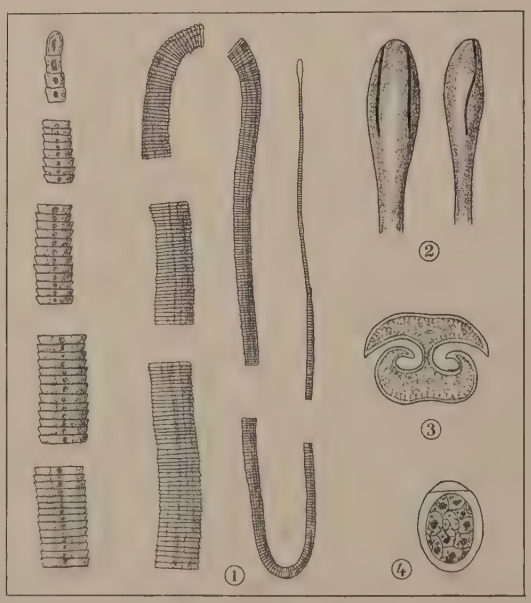


Fig. 13. — UN BOTHRIOCÉPHALE (*Bothriocephalus latus*) ♂ 1. *Différentes portions de la chaîne.* — 2. *Tête vue sous deux aspects.* — 3. *Coupe transversale de la tête passant par les bothridies.* — 4. *Œuf.* (Dr Corcuff, del.)

que celui-ci vivra en lui. A la suite d'une migration aussi compliquée que celle que nous avons invoquée plus haut, la larve de *Tænia echinococcus* se fixe chez l'homme le plus souvent dans le foie, plus rarement dans le poumon, et là elle donne naissance à des tumeurs liquides qui peuvent devenir démesurément grosses et parfois même s'infecter. Ce sont les kystes hydatiques, que nous n'avons pas à étudier ici, mais dont il nous a semblé nécessaire d'établir l'origine parasitaire.

LE BOTHRIOCÉPHALE. ♂♀ Avec le *Bothriocephalus latus* (fig. 13), nous allons observer une nouvelle forme du parasitisme plus compliquée encore que la précédente. Il suffisait aux ténias d'un hôte intermédiaire, il en faut deux aux bothriocéphales. Les œufs, pour pouvoir se développer, doivent se trouver dans l'eau. L'embryon, aussitôt qu'il est dans ce milieu qui lui convient, sort de l'œuf en soulevant le petit couvercle dont celui-ci est muni, puis se met à nager. Il ne le peut pas faire très longtemps et meurt si le hasard ne le met pas sur le passage d'un petit crustacé (*Cyclops* ou *Diaptomus*) qui l'ingère avec l'indifférence de l'être qui se repaît de tout ce qu'il rencontre. Premier hôte, dans lequel l'embryon se transforme une première fois. Deuxième acte : le crustacé est à son tour avalé par un poisson qui peut être un brochet, une truite, un saumon, une lotte, une perche. La première larve, dans ce deuxième hôte, se transforme encore et, sous cette nouvelle forme, va se fixer dans la chair musculaire. Que cette chair soit ensuite consommée, insuffisamment cuite, par un homme, et l'infestation est réalisée. Dans l'intestin de cet hôte définitif, la larve va se fixer et ses anneaux vont apparaître.

En cet état adulte, le bothriocéphale ressemble à un ténia de 5 à 6 mètres de long, de couleur gris jaunâtre, dont la tête est munie de fentes étroites jouant le rôle de ventouses, dont les anneaux sont larges, mais peu hauts, avec un pore génital situé non plus sur le côté, mais au milieu. La ponte n'a plus lieu au dehors, mais dans l'intestin même, et ce ne sont plus des anneaux que l'homme expulse, ce sont des œufs.

Le bothriocéphale est moins universellement répandu que les ténias communs. On comprendra, d'après ce que nous venons de dire, qu'on le rencontre surtout au bord des grands lacs, des fleuves importants, chez des peuples se nourrissant volontiers de poisson. C'est au Danemark, en Prusse orientale, en Suède, en Suisse, qu'il est le plus fréquent. Les signes qu'il détermine sont sensiblement ceux que produit le ténia. Cependant il cause parfois, dans quelques pays, une anémie spéciale, assez grave, sur la genèse de laquelle nous sommes encore mal documentés.

LES NÉMATODES

Plus universellement connus encore, sans doute, que les ténias, sont beaucoup de nématodes et il suffit de

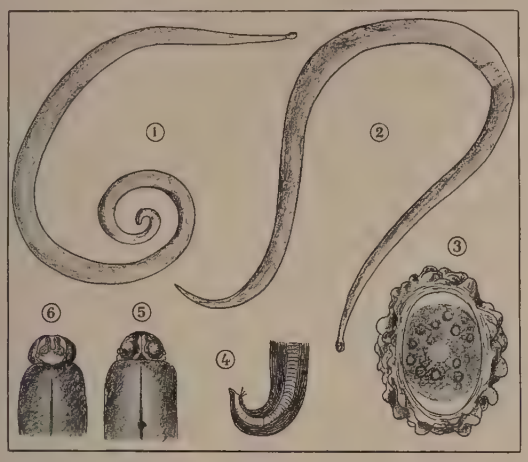


Fig. 14. — L'ASCARIS (*Ascaris lumbricoïdes*) ⌀ Un des vers intestinaux les plus communs chez les enfants. — 1. *Mâle.* — 2. *Femelle.* — 3. *Œuf.* — 4. *Extrémité postérieure du mâle montrant les spicules.* — 5. *Extrémité antérieure vue du côté dorsal.* — 6. *Extrémité antérieure vue du côté ventral.* (Dr Corcuff, del.)

parler des ascaris, ou des oxyures, pour intéresser les mères, comme de citer les ankylostomes et la trichine, pour attirer l'attention des hygiénistes.

Ce sont toujours des vers effilés, arrondis, ayant un tube digestif complet et des sexes séparés, les mâles étant, en général, plus petits que les femelles. Plusieurs types doivent en être décrits, qui correspondent à des maladies communes et de première importance.

LES ASCARIS. ⌀ ⌀ *Ascaris lumbricoïdes* (fig. 14), dit la nomenclature zoologique, et cela nous donne déjà ce renseignement que l'ascaris ressemble au ver de terre. Simple similitude d'aspect, médiocre d'ailleurs, car le ver de terre est un annélide. L'ascaris est un ver long de 15 à 20 centimètres, large de 3 à 6 millimètres, de couleur blanc rosé, à extrémités pointues, l'une d'entre elles, qui est la tête, étant munie de trois lèvres globuleuses autour de l'orifice buccal. Ce ver vit dans l'intestin grêle de l'homme, mais n'y arrive pas sans avoir parcouru un trajet un peu paradoxal.

L'œuf de l'ascaris, évacué avec les matières stercorales, est jusqu'alors incapable de se développer. Le nombre des ascaris dans l'intestin du parasité ne saurait donc s'accroître par ce mécanisme simple. Pour que l'œuf évolue, il lui faut l'eau ou la terre humide. Quand, grâce à cette particularité, l'embryon est formé, il peut vivre dans la coque qui l'enferme, très longtemps, des années peut-être, indifférent aux plus grandes variations de température. Puis, l'heure étant venue, l'œuf et son contenu sont avalés par un être humain (un enfant plus souvent qu'un adulte, et le plus fréquemment un enfant de la campagne) qui a porté à sa bouche ses mains souillées de terre ou mangé cru un végétal sur lequel se trouvait cet œuf ; arrivé dans l'estomac, celui-ci se dissout et met le petit animal en liberté. C'est alors que l'on voit la larve, qui n'aurait que peu de chemin à faire pour trouver son gîte définitif, traverser la paroi du tube digestif, gagner, par les voies sanguines, le foie, le cœur droit, les poumons, remonter les conduits bronchiques, parvenir dans l'œsophage, puis redescendre de là par l'estomac, dans l'intestin grêle où elle demeurera désormais, sous la forme adulte acquise à la fin de ce périple. L'animal n'y est jamais isolé : on le trouve en cette région par groupes de dix à vingt, de cent, de plus encore. N'a-t-on pas cité un enfant qui a expulsé plus de 5 000 ascaris en trois ans, dont 600 le même jour?

C'est surtout aux ascaris que nous pensions en écrivant, au début de ce chapitre, les lignes où nous résumons les avatars subis par l'étude des vers intestinaux. Ce sont eux qui sont capables de déterminer, soit des troubles bénins, soit des accidents graves. A leur passif, dans la première catégorie, mettons les démangeaisons en des lieux variés, les insomnies (ils sont souvent la cause des terreurs nocturnes des petits), les coliques ressenties aux alentours de l'ombilic. Dans l'autre groupe, il faut placer des appendicites plus ou moins passagères, des obstructions intestinales par pelotons serrés de vers, les méningites vraies ou fausses. On les voit parfois émigrer, remonter dans le pharynx, le nez, la bouche, s'introduire dans le larynx en causant des asphyxies, perforer l'intestin et causer des inflammations très graves du péritoine, provoquer un peu partout la formation d'abcès. En général, cependant, en dehors des signes anodins que nous avons énumérés, on ne constate guère que quelques crises de diarrhée ou des poussées fébriles très fugaces.

Quelle que soit la nature des symptômes constatés, dès que l'on est sûr de la présence des ascaris, il faut s'en débarrasser. La chose se fait d'ordinaire très facilement à l'aide du *semen-contra* (capitules d'une espèce d'armoise) ou de la santonine, son principe actif. On y ajoute un purgatif toujours utile. La mousse de Corse, le chenopodium, le thymol donnent aussi des succès.

LES OXYURES. ⌀ ⌀ L'oxyure (*Oxyurus vermicularis*) (fig. 15) est au contraire un ver très petit (3 millimètres de longueur pour le mâle et 10 millimètres pour la femelle), blanc et effilé, qui habite le gros intestin de l'homme. L'œuf pondu par la femelle est capable de développement sans avoir passé par le milieu extérieur, et l'humidité du sol ne lui semble pas indispensable. La seule

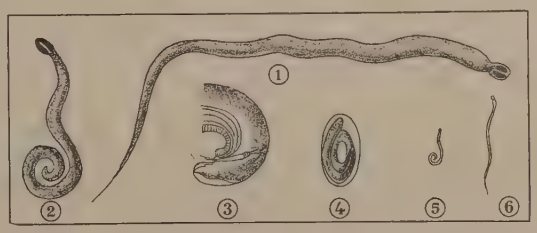


Fig. 15. — L'OXYURE (*Oxyurus vermicularis*) ⌀ 1. *Femelle.* — 2. *Mâle.* — 3. *Extrémité supérieure roulée montrant le spicule.* — 4. *Œuf.* — 5 et 6. *Mâle et femelle* (grandeur naturelle). (Dr Corcuff, del.)

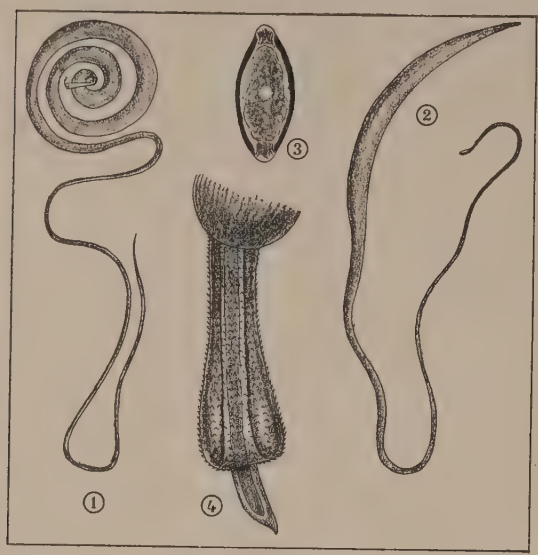


Fig. 16. — UN TRICHOCÉPHALE (*Trichocephalus trichiurus*) ♂ 1. *Mâle très grossi.* — 2. *Femelle très grossie.* — 3. *Œuf.* — 4. *Appareil copulateur mâle.* (Dr Corcuff, del.)

chose nécessaire est qu'il passe par l'estomac, afin que soit dissoute sa coque. Aussi peut-on voir des enfants qui portent leurs mains à leur bouche après s'être grattés... là où ils éprouvent des démangeaisons se réinfester de la sorte. Il semble même que des femelles d'oxyures sortant spontanément de l'intestin d'un enfant puissent passer à un autre couché dans le même lit. D'une façon générale, l'œuf est expulsé par les excréments. Quand ceux-ci sont desséchés, le vent, en dispersant les débris, disperse aussi les œufs et ceux-ci seront ensuite ingérés avec des crudités, des fruits, tout ce qui peut être porté à la bouche.

La pathologie due aux oxyures est moins compliquée que celle dont les ascaris sont responsables. Rares sont avec eux les graves accidents comme la péritonite. Fréquente, néanmoins, semble être l'appendicite qu'ils causent. Dans la grande majorité des cas, tout se réduit à des prurits fort désagréables qui se font sentir autour de l'anus et notamment le soir, au moment du coucher. De là insomnie, nervosité, lésions de grattage, parfois terreurs nocturnes, quelques phénomènes nerveux et enfin une anémie marquée.

Il est plus facile de vouloir guérir l'oxyurose que d'y réussir. Ce n'est pas que les remèdes manquent, mais justement leur grand nombre prouve qu'il n'en est guère de souverain. Les meilleurs (peut-être parce qu'ils sont les derniers préconisés) semblent être le carbonate de bismuth pris par la bouche et les lavements d'eau minérale sulfureuse. D'autre part, il y a longtemps que l'on emploie, et non sans réussite, les suppositoires et les pommades à l'onguent napolitain, sans compter la santonine et le thymol qui, là aussi, sont classiques. Mais, répétons-le, il ne faut pas se lasser quand on entreprend une cure de ce genre. Elle peut se faire attendre longtemps.

Quant aux précautions préventives, elles s'entendent d'elles-mêmes : cuisson des aliments, propreté des mains des enfants, demi-isolement de ceux qui sont atteints ; telle est la base de la prophylaxie.

LES TRICHOCÉPHALES. ♂ ♂ Le *Trichocephalus trichiurus* (fig. 16) est sans doute, malgré que sa notoriété n'ait pas encore conquis le public, le parasite intestinal le plus commun dans nos pays. Dans certaines régions, en examinant systématiquement les déjections des ouvriers d'une concession minière, par exemple, on a trouvé des œufs de ce ver dans 80 p. 100 des cas. Au reste, il a un champ de dispersion aussi grand que celui de l'ascaris et on le rencontre aussi bien dans les régions froides que dans celles qui jouissent d'un climat chaud, quoiqu'il soit sans doute plus fréquent encore dans ces dernières.

C'est un ver de 4 à 5 centimètres de longueur sur 1 millimètre de largeur, qui offre une forme tout à fait spéciale : les deux tiers antérieurs de son corps constituent un organe filiforme, fin comme un cheveu, tandis que le tiers postérieur est renflé. Il vit, au nombre de un à dix ou à vingt, dans les parties de début du gros intestin, c'est-à-dire dans le cæcum et l'appendice. La femelle y pond des œufs également très reconnaissables, bruns, avec deux zones plus claires aux extrémités et qui mesurent 50 millièmes de millimètre de taille.

Ceci dit, nous allons voir se répéter ici beaucoup de l'histoire de l'ascaris. L'œuf du trichocéphale exige aussi, pour se développer, la présence de l'humidité et accomplit ordinairement son évolution dans l'eau, après avoir été éliminé de l'intestin et transporté plus ou moins loin par le même mécanisme que nous avons déjà décrit. Il sera donc ingéré soit par l'eau de boisson, soit avec des aliments à consommer crus, soit encore transporté par les mains à la bouche.

Dans l'estomac, dissolution de la coque, mise en liberté de l'embryon, puis probablement réédition du grand circuit dont l'ascaris nous a fourni le premier exemple. Nous disons « probablement », parce que ce n'est que sur des animaux qu'on pense avoir démontré la réalité de ce voyage au long cours et que certains spécialistes, au contraire, pensent que l'évolution de la larve se fait sur place dans l'intestin.

Parvenu à l'état adulte, le trichocéphale se fixe à la paroi de l'intestin, et même l'entame pour y parvenir. Il n'est donc pas étonnant que sa présence détermine des troubles notables ; comme toujours, il y aura des désordres digestifs, de la diarrhée, avec quelquefois élimination d'un peu de sang, des douleurs abdominales, surtout au point spécialement parasité, qui est dans la fosse iliaque droite, des troubles nerveux variables d'intensité. L'anémie n'est pas rare chez les sujets ainsi atteints ; elle s'accompagne de maux de tête, et même de vertiges.

Mais surtout on a accusé le trichocéphale, par un méca-

nisme dont nous reparlerons plus loin, d'être à l'origine de beaucoup d'appendicites, et peut-être d'un certain nombre de fièvres typhoïdes, sinon de cas de choléra. La chose est encore discutée, mais on tend de plus en plus à l'admettre.

Nous n'insisterons pas sur les précautions à prendre pour éviter la trichocéphalose. Quant au traitement, il nous ramènera une fois de plus au thymol et à l'essence de chenopodium, qui sont pour ainsi dire des antiparasiticides à tout faire.

LA TRICHINE. ♂ ♀ Tout petit, ce parasite (*Trichinella spiralis*) mesure à peine quelques millimètres de longueur, quelques millièmes de millimètre de largeur (fig. 17). Il est blanchâtre, effilé à l'une de ses extrémités. Il offre comme première particularité d'infester également l'homme et un certain nombre d'animaux, comme le lapin, et surtout le porc et le rat. C'est en mangeant de la viande crue de porc que l'homme est atteint. Le porc lui-même peut avoir contracté le mal en mangeant des rats, et les rats en se mangeant entre eux. Toujours est-il que la maladie déterminée est extrêmement grave chez l'homme. Heureusement qu'elle est rare dans notre espèce ; cependant, on la rencontre encore assez souvent dans l'Allemagne du Nord et l'Amérique.

Supposons des trichines ayant pénétré dans l'intestin de l'homme, elles sont encore à l'état larvaire, mais elles ne tardent pas à arriver à l'état adulte, et, bien entendu, n'ont rien de plus pressé que de fonder une petite famille. Ici ce ne sont pas des œufs que la femelle pond : vivipare, elle donne naissance à des embryons bien vivants. Comme cette femelle, pour pondre, s'est logée dans la paroi même de l'intestin, les embryons n'ont plus qu'à continuer ce qu'elle a si bien commencé, c'est-à-dire à chercher une voie pour entamer le voyage qui les conduira à leur gîte favori. Cette voie peut être diverse. Les uns tiennent qu'ils n'utilisent que les vaisseaux sanguins, d'autres y ajoutent les vaisseaux lymphatiques, d'autres pensent que le tissu cellulaire qui s'interpose entre nos organes leur agrée. Evidemment il en reste beaucoup en route, qui n'atteignent pas le but de leur voyage, et c'est fort heureux, puisqu'une seule trichine donne naissance à des milliers de petits.

Ceux qui gagnent, si l'on peut dire, le gros lot, parviennent dans un muscle à peu près quelconque, quoique certains soient plus fréquemment parasités. Arrivé là, l'embryon se transforme et s'enkyste. Il demeurera dans sa coque des années au besoin. S'il est dans un muscle humain, il ne pourra faire mieux, les hommes n'ayant que rarement la propension à manger la chair de leurs semblables. S'il est dans un muscle de porc ou de rat, nous savons comment cela peut finir pour nous.

Toute cette évolution détermine chez l'homme, lorsqu'elle s'y réalise, des troubles importants, qui ont été classés en trois phases.

La première correspond à l'arrivée et au séjour des trichines adultes dans l'intestin. Symptômes peu particuliers : manque d'appétit, vomissements, catarrhe intestinal.

Le deuxième est celle pendant laquelle les embryons s'efforcent de gagner les muscles. Ici les signes s'intensifient. Il y a de la fièvre, parfois très sérieuse, de la faiblesse, des battements précipités du cœur, du délire, et surtout des douleurs musculaires extrêmement violentes accompagnées de contractures. N'oublions pas les œdèmes, d'autant que si les Allemands ont parfois nommé la trichinose *dickkopf*, c'est-à-dire « grosse tête », c'est en raison des œdèmes de la face qui en accroissent les proportions.

Troisième phase, celle qui correspond à l'enkystement des larves. C'est trop souvent une phase terminale, car l'infortunée victime du parasite, en proie à des complications de tout genre, cutanées, pulmonaires, etc., tombe dans le marasme, la cachexie et meurt. Parfois il ne faut pas plus de trois semaines pour que le drame soit accompli ; dans d'autres cas, c'est la guérison qui intervient, mais elle se fait attendre et la convalescence, comme on le pense, est bien longue.

Maladie d'autant plus grave que nous ne pouvons guère agir que pendant la première phase, en tentant de tuer les adultes à l'aide du thymol. Plus tard, quand les larves sont dans les muscles, nous sommes impuissants.

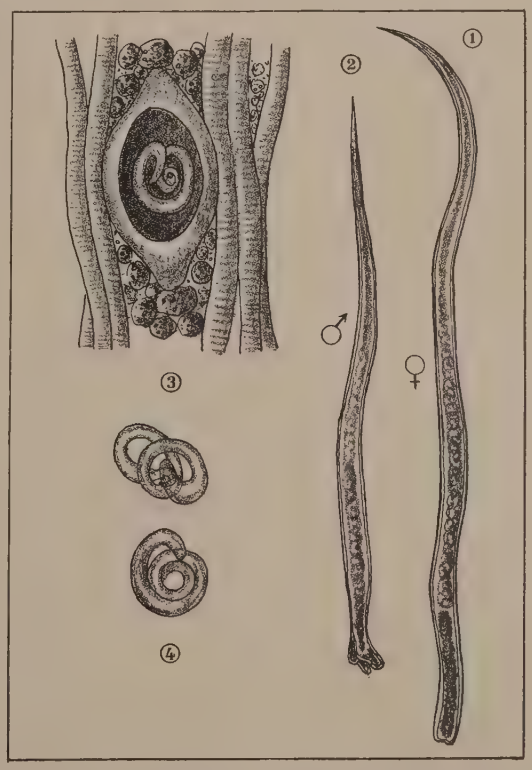


Fig. 17. — LA TRICHINE (*Trichinella spiralis*) ♂ 1. *Femelle* ♀. — 2. *Mâle* ♂. — 3. *Kyste renfermant une larve.* — 4. *Trichines larvaires extraites du tissu adipeux.* (Dr Corcuff, del.)

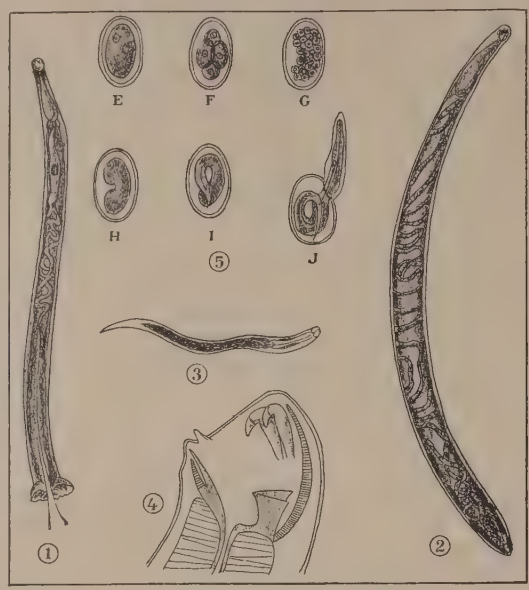


Fig. 18. — L'ANKYLOSTOME (*Ankylostomum duodenale*) ♂ 1. *Mâle très grossi.* — 2. *Femelle très grossie.* — 3. *Larve libre rhabditoïde.* — 4. *Capsule buccale vue de profil.* — 5. *Evolution embryonnaire jusqu'à la sortie de la larve rhabditoïde.* (Dr Corcuff, del.)

Donc, gardons-nous de la trichine. Gardons-nous-en surtout en évitant de manger de la viande de porc crue, et sachons que ni la fumure, ni la salaison n'empêchent la viande d'un animal infesté de nous infester à notre tour.

L'ANKYLOSTOME. ♂ ♀ En 1802, un médecin français, Noël Hallé, décrivait une maladie assez fréquente chez les mineurs d'Anzin, et caractérisée par une anémie progressive, souvent fatale. Ce n'est que trente-quatre ans plus tard que l'on sut qu'un parasite, *Ankylostoma duodenale*, en était la cause. C'est un ver de 6 à 15 millimètres (fig. 18), à bouche armée de huit crochets, qui vit à l'état adulte dans les premières parties de l'intestin grêle, où il se fixe à la muqueuse et où l'on peut le trouver chez le même individu par centaines et même par milliers.

C'est en 1898 seulement que l'on connut son cycle de vie. Les œufs pondus dans l'intestin sont expulsés au dehors et le développement de la larve se fait dans la terre humide des mines, des tunnels, etc. Arrivée ainsi à sa forme dernière, la larve pénètre chez l'homme à travers la peau, sans doute au niveau des follicules pileux, puis, par les veines sous-cutanées, les vaisseaux plus gros, gagne le cœur, est lancée dans le réseau pulmonaire, et, comme pour l'ascaris, par les bronches, la trachée et l'œsophage, parvient dans l'estomac, puis l'intestin.

La présence de l'ankylostome dans l'intestin détermine d'abord des troubles intestinaux, et, surtout, l'affection du sang dont nous avons parlé. Est-ce véritablement par mâchonnement de la muqueuse et hémorragies consécutives, est-ce par sécrétion d'une toxine destructrice des globules rouges? Sans doute les deux processus concourent-ils à déterminer cette anémie profonde qui fait tant de victimes.

N'a-t-on pas établi au Congrès de Bruxelles, en 1903, qu'en Belgique seulement il y a plus de 7 000 mineurs atteints? Dans certains pays tropicaux, personne n'échappe ou à peu près à l'infestation. Aussi la lutte contre l'ankylostomiase est-elle entamée un peu partout. C'est affaire à une hygiène rigoureuse des mines, à des instructions explicatives données aux ouvriers. Quant au traitement, il semble que le meilleur remède encore soit le thymol et l'essence de chenopodium.

LES FILAIRES. ♂ ♀ Avec les filaires, nous revenons au parasitisme strictement tropical. Nous trouvons chez elles aussi un habitat tout particulier, car c'est dans les vaisseaux lymphatiques que vivent les adultes de la *Filaria Bancrofti*, lesquels ont de 30 à 100 millimètres de taille (fig. 19). Ils y forment des pelotons qui interrompent la circulation de la lymphe et il en résulte des désordres très divers, émission de lymphe et de sang par les urines, hydrocèle, abcès, et surtout cet œdème accompagné d'épaississement de la peau qui s'appelle « éléphantiasis » et qui déforme de façon si extraordinaire les points du corps sur lequel il porte.

L'histoire parasitaire de la *Filaria* est un peu compliquée. Les larves naissent directement de la femelle dans l'intestin. Par les voies lymphatiques, elles gagnent le cœur et la circulation générale, se mouvant dans une gaine qui n'est que le reste de la cuticule de l'œuf dont elles proviennent. Désormais ces larves dites « microfilaires » se promènent dans les vaisseaux sanguins, les superficiels pendant la nuit, les profonds pendant le jour. Si, dans l'obscurité, un moustique pique un individu parasité, il suce avec son sang des microfilaires et les transporte ensuite chez les individus sains qu'il piquera. Dans ce nouvel hôte la larve achève sa transformation, et les adultes circulent dans les espaces, puis les vaisseaux lymphatiques, à la recherche des joies de l'union fécondante. Le cycle alors recommence.

Fig. 19. — UNE FILAIRE (*Filaria Bancrofti*) ♂ 1. *Mâle* ♂. — 2. *Femelle* ♀. — 3. *Embryon dans le sang.* (Dr Corcuff, del.)

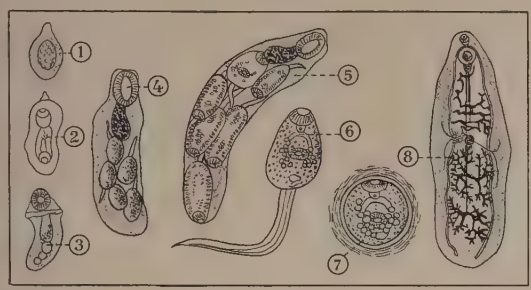


Fig. 20. — UNE DOUVE (*Fasciolopsis Buski*) ⌀ 1. *Cellules germinales de sporocystes.* — 2. *Rédie.* — 3. 4. 5. *Rédies contenant des rédies filles ou des cercaires.* — 6. *Cercaire libre.* — 7. *Métacercaire dans son kyste.* — 8. *Coupe générale.* (Dr Corcuff, del.)

Les filaires ne se rencontrent guère que dans les pays tropicaux d'Asie, d'Afrique, dans les Antilles, en Océanie. On aurait observé quelques cas de filariose sur les bords européens de la Méditerranée.

LES TRÉMATODES

On nous excusera d'avoir reporté l'étude des trématodes aussi loin, alors qu'ils devraient, zoologiquement, occuper la première place parmi les vers, et d'être bref sur leur compte. Ils n'exercent guère leurs méfaits en Europe, mais seulement en Extrême-Orient ou en Afrique du Nord. Ce sont des vers plats dont la structure n'est pas simple, qui ont un tube digestif, un appareil excréteur et présentent une évolution assez compliquée. Tous ont dans leur vie deux phases, l'une à l'état larvaire, chez un hôte intermédiaire, l'autre à l'état adulte, chez l'homme.

LES DOUVES. ⌀ ⌀ Comme type des douves, il convient de prendre le *Fasciolopsis Buski*, un petit animal de 3 à 7 centimètres de longueur (fig. 20) sur un demi de largeur qui vit dans le tube digestif humain, y déterminant la distomatose intestinale. Les accidents qui caractérisent celle-ci sont tout d'abord de l'anémie avec grande faiblesse; plus tard apparaissent des douleurs intestinales, une diarrhée rebelle, et enfin des œdèmes répandus dans tout le corps, y compris de l'ascite. La mort peut s'ensuivre.

Le diagnostic de la distomatose, difficile, se fait par la constatation, dans les selles du malade, des œufs du parasite. Ces œufs, évacués naturellement, sont, s'ils arrivent dans l'eau, avalés par un mollusque qui est ordinairement une planorbe. L'œuf éclôt dans cet hôte et la larve subit des métamorphoses qui durent plus d'un mois. La dernière forme larvaire, qui ressemble à un têtard, s'enkyste sur des plantes aquatiques que l'homme fait servir à sa nourriture, et c'est ainsi qu'il s'infeste. Le traitement de la distomatose consiste dans l'administration du thymol.

Avec quelques variétés dans le détail, ce que nous venons de dire peut s'appliquer aux autres douves : à la douve du foie (*Clonorchis*), qui vit dans les canaux biliaires, détermine des troubles gastro-intestinaux, de fausses coliques hépatiques ; à la douve du poumon (*Paragonimus*) qui a deux hôtes intermédiaires, un mollusque et un crabe, et qui occasionne des symptômes qui peuvent en imposer pour la tuberculose pulmonaire, etc.

LES BILHARZIES. ⌀ ⌀ La première caractéristique de ces trématodes est d'avoir des formes sexuelles distinctes, alors que tous les autres sont hermaphrodites. Chez le *Schistosoma hæmatobium*, qui détermine la bilharziose vésicale, le mâle est un ver blanchâtre, de 12 à 14 millimètres de longueur (fig. 21), dont la face ventrale se recourbe en une sorte de gouttière longitudinale où vient se loger la femelle, plus longue et plus grêle, au moment de la fécondation. L'un et l'autre vivent dans le sang des parasités. Lorsque la fécondation est accomplie, le mâle demeure dans les gros vaisseaux sanguins, la femelle va habiter des veines plus petites et y pond des œufs. Ceux-ci sont éliminés par la vessie, non sans avoir déterminé dans cet organe des ulcérations, des polypes, des épaississements des parois, et surtout des hémorragies. L'hôte intermédiaire de *Schistosoma hæmatobium* est un mollusque du genre *Bullinus*. Les larves définitives qui sortent de celui-ci pénètrent par la peau dans l'organisme des indigènes qui travaillent dans l'eau ou prennent des bains prolongés.

Une autre bilharzie, *Schistosoma Mansoni*, a une évolution sensiblement analogue, à cette différence près que les œufs sont expulsés par le rectum du malade et que c'est au niveau de cet organe que se manifestent les ulcé-

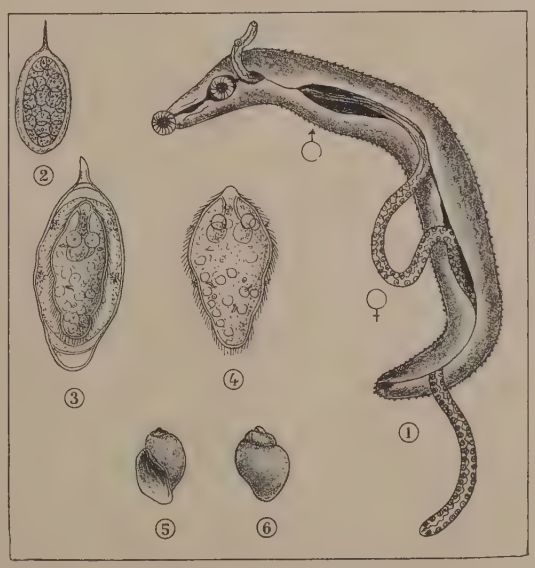


Fig. 21. — SCHISTOSOMA HÆMATOBIUM ⌀ 1. *Mâle* ♂ *et femelle* ♀. — 2. *Œuf.* — 3. *Œuf gonflé par l'eau.* — 4. *Miracidium ou embryon cilié libre.* — 5 et 6. *Bullinus contortus* (*hôte intermédiaire du Schistosoma*). (Dr Corcuff, del.)

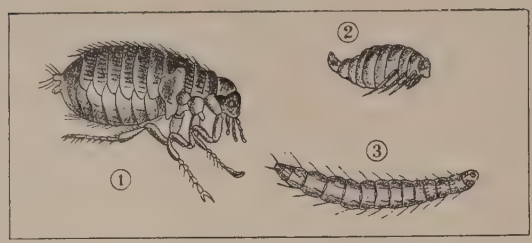


Fig. 22. — LA PUCE COMMUNE (*Pulex irritans*) ø 1. *Mâle adulte.* — 2. *Nymphe de puce.* — 3. *Larve de puce.* (Dr Corcuff, del.)

rations, les polypes, les hémorragies que nous avons placées dans la vessie pour l'espèce précédente. Il existe enfin une bilharziose artério-veineuse occasionnée par le *Schistosoma japonicum*, maladie longue, fébrile, caractérisée par des accidents nerveux et des œdèmes.

LES ARTHROPODES

Les animaux qu'il nous reste à passer en revue sont d'un tout autre ordre que ceux dont nous avons parlé. Ce ne sont guère pour l'homme que des parasites occasionnels ou tout au moins des parasites extérieurs. Il ne peut plus, sauf cas exceptionnels, être question, avec eux, de véritable infestation. D'ailleurs, les accidents qu'ils provoquent sont beaucoup moins intenses, mis à part le chapitre des contagions, auquel nous nous devrons de consacrer une certaine étendue.

Les arthropodes qui peuvent, ces réserves faites, parasiter l'homme, appartiennent à plusieurs classes qui sont celles des myriapodes, des insectes et des arachnides.

LES MYRIAPODES

Très peu de chose à dire de ces animaux, auxquels on donne vulgairement le nom de « mille pattes ». C'est à peine s'il existe, dans toute la littérature médicale, une cinquantaine d'observations où l'on voit quelques représentants de ce groupe, géophile, lithobie ou iule, habiter momentanément les fosses nasales, leurs annexes (sinus) ou le tube digestif et déterminer des symptômes qui tiennent beaucoup plus à l'habitat du parasite qu'à une action spéciale de sa part. Ces cas sont d'ailleurs suffisamment rares pour que nous n'y insistions pas davantage.

LES INSECTES

Ici le parasitisme est fréquent et il suffit de nommer les mouches, les moustiques, les puces et les punaises, pour évoquer d'insupportables bestioles qui nous causent d'innombrables désagréments. Leur action la plus dangereuse sera étudiée à part. C'est surtout, en effet, en nous apportant, en nous inoculant, parfois, des germes infectieux qu'ils peuvent nous nuire.

LES PUCES. ø ø Nous n'apprendrons rien à aucun lecteur en lui décrivant la piqûre de la puce commune (*Pulex irritans* (fig. 22) ou la trace rouge avec un point central qu'elle laisse sur notre peau. Il est d'ailleurs des personnes particulièrement sensibles chez lesquelles elles déterminent de véritables ampoules, parfois très grandes. Peut-être est-il moins superflu d'indiquer que, contrairement à une opinion assez répandue, il est des puces qui, parasites habituels des chiens et des chats, sont parfaitement susceptibles de piquer l'homme ; c'est le cas des *Ctenocephalus*, et que même certaines puces des oiseaux, comme les *Ceratophyllus*, ne dédaignent pas, au besoin, de s'en prendre à notre épiderme.

Une puce, cependant, mérite une mention un peu spéciale, c'est la *Sarcopsylla penetrans*, puce des régions tropicales de l'Amérique, qui se fixe sur la peau des animaux et même des hommes, au moment où son abdomen se développe avant la ponte (fig. 23). C'est la chique, qui reçoit des noms divers selon les pays où on la rencontre. Elle détermine au point où elle s'implante des tumeurs qui peuvent s'ulcérer et même s'infecter. Les naturels de ces régions procèdent à l'extraction de la chique au moyen d'épingles, de petits couteaux, etc.

LES PUNAISES. ø ø Point n'est besoin davantage de s'étendre sur les méfaits habituels de la punaise, sur sa forme plate et légendaire (fig. 24), sur l'odeur nauséabonde qu'elle répand. Là encore, l'intensité des phénomènes ressentis est fonction de la susceptibilité individuelle. On sait aussi que la punaise habite, pendant le jour, dans les fentes des boiseries ou sous les papiers de tenture où il est assez malaisé d'aller la détruire, d'autant qu'elle

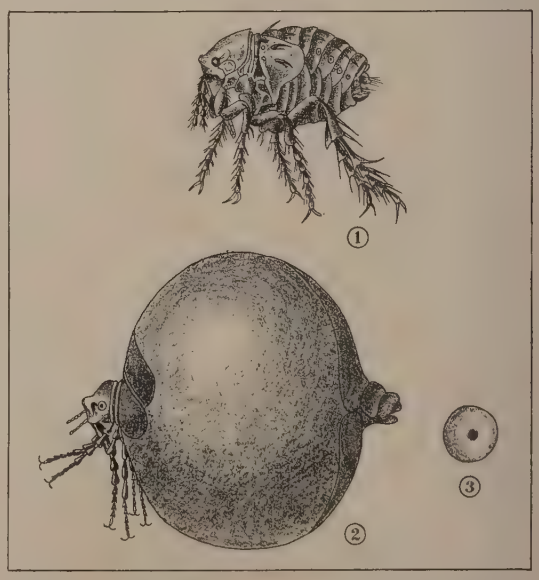


Fig. 23. — LA CHIQUE (*Sarcopsylla penetrans*) ø 1. *Femelle libre très grossie.* — 2. *Femelle fixée très grossie.* — 3. *Femelle fixée (grandeur naturelle).* (Dr Corcuff, del.)

Fig. 24. — LA PUNAISE (*Acanthia lectularia*) ✎ Elle a été accusée de transmettre plusieurs maladies, dont la lèpre. (Dr Corcuff, del.)

s'y trouve en bataillons serrés. Ce n'est que la nuit qu'elle pique pour se nourrir du sang de sa victime.

LES RÉDUVES. ✎ ✎ Aux punaises se rattachent des réduves qui, elles, sont ailées et qui sont surtout communes aux pays chauds. Il n'en existe guère qu'une espèce européenne, la réduve à masque (*Reduvius personatus*) qui se tient généralement dans les endroits les plus poussiéreux et dont la piqûre, rare au demeurant, est très douloureuse.

LES POUX. ✎ ✎ Trois espèces de poux se partagent l'animosité des hommes en raison des inconvénients dont ils sont les auteurs. Ce sont le pou de tête (fig. 25), le pou de corps et le pou du pubis. Ces trois représentants du groupe pondent des œufs qui reçoivent le nom de *lentes* et sont fixés aux poils par une substance agglutinative. Ils ont des griffes aux pattes et un appareil offensif buccal extrêmement robuste.

Le pou de tête (*Pediculus capitis*) est — nous écrivons ces mots avec regret — extrêmement répandu, et un préjugé règne encore dans certains milieux arriérés qui veut qu'il soit signe de santé chez les enfants et qu'on ne le doive point faire disparaître. Bien entendu, c'est le contraire qui est la vérité, et il convient de détruire les poux aussitôt qu'on a constaté leur présence. Pour ce faire, il faut distinguer entre la destruction des adultes et celle des lentes. La première est obtenue très facilement par des lotions faites avec de la liqueur de Van Swieten, dont l'on se souviendra seulement qu'elle est extrêmement toxique. Quant aux lentes, beaucoup plus difficiles à faire disparaître, on les exterminera en peignant soigneusement les cheveux avec un peigne fin trempé dans du vinaigre très chaud, presque bouillant. L'emploi de liqueurs acétiques dont les formules sont multiples remplacera avantageusement celui du vinaigre, dont l'indication est donnée ici comme la plus simple de toutes. Au reste, les poux de tête déterminent parfois chez les enfants des éruptions de divers genre, qui ressemblent plus ou moins à l'impetigo, et qu'il importe de soigner très sérieusement.

Le pou de corps (*Pediculus vestimenti*), par exception à la règle générale, habite surtout les vêtements et n'en sort que pour piquer et par conséquent s'alimenter. C'est surtout le soir, quand l'homme se couche, que l'insecte se livre à cet exercice. Les gens parasités communément par cet insecte présentent des lésions de grattage qui siègent surtout sur le tronc. Au cours de la dernière guerre, nos soldats ont été fréquemment visités par ces désagréables bestioles et il a fallu créer des stations d'épouillage pour les en débarrasser. On y parvient en soumettant les vêtements à la chaleur vive ou au gaz sulfureux.

Le pou du pubis (*Pediculus pubis*) (fig. 26) n'habite guère d'autre région du corps que les poils du bas-ventre. On le trouve cependant parfois dans les aisselles ou sur la poitrine quand celle-ci est particulièrement velue. Il provoque de vives démangeaisons, mais son action s'arrête là.

Chez les porteurs des deux derniers de ces insectes, on remarque parfois des taches d'un noir ardoisé, de très petit volume, que l'on a considérées longtemps comme dénonciatrices de diverses maladies fébriles et qui résultent simplement de la piqûre de l'animal.

LES MOUCHES. ✎ ✎ Nous parlerons peu des mouches, ayant beaucoup à en dire plus loin. Il est cependant un mode tout particulier de parasitisme auquel elles s'adonnent et qu'il importe d'autant plus d'indiquer qu'il est généralement ignoré. Il consiste dans la présence sous la peau ou dans une cavité du

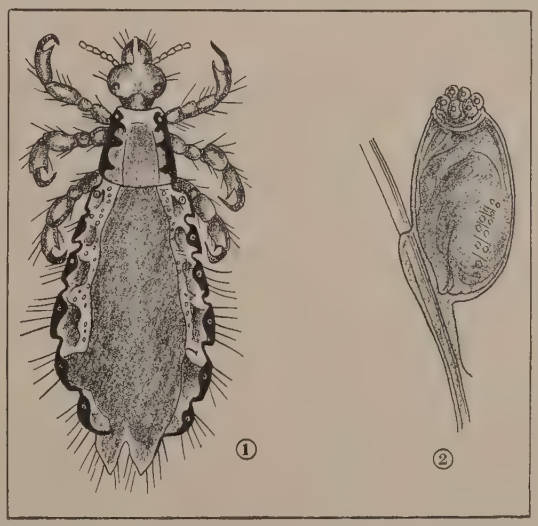


Fig. 25. — LE POU DE TÊTE (*Pediculus capitis*) ✎ 1. *Femelle grossie.* — 2. *Lente grossie fixée sur un cheveu.* (Dr Corcuff, del.)

corps, de larves de mouches — ou plus généralement de diptères — qui ne laissent pas d'y déterminer des accidents parfois assez sérieux. Ce mode d'infestation a reçu le nom de *myiase* et, suivant le lieu où pénètrent les larves en question, on connaît une myiase cutanée, une myiase cavitaire et une myiase intestinale.

Rares sont les diptères dont les larves peuvent pénétrer sous la peau de l'homme, qu'elles y soient apportées par d'autres insectes ou qu'elles y aient été pondues directement. Leur mode de pénétration est, au demeurant, assez divers. Tantôt la larve (celle des *dermatobies* par exemple) pénètre elle-même sous la peau de l'homme au niveau d'un follicule pileux ; tantôt, ingérée par l'homme, elle accomplit dans le corps un trajet compliqué pour revenir sous la peau où est son gîte de prédilection.

Quoi qu'il en soit, une fois qu'elle est là, la larve se comporte de manière variée. Parfois elle détermine une espèce de furoncle qui, si l'on y regarde de près, laisse voir au fond d'un petit orifice quelque partie postérieure du parasite ; c'est ainsi que se comportent les larves de *dermatobie*, d'*hypoderme* et de *cordylobie*. Dans d'autres cas, elle commence par se promener, parfois assez longtemps, sous les téguments, avant de déterminer la même tumeur furonculeuse. Ainsi font divers hypodermes et les gastrophiles.

La myiase cavitaire, quoique n'étant pas encore fréquente, est moins rare que la précédente. Dans cette variété, ainsi que son nom l'indique, la larve pénètre et se développe dans une cavité du corps, cavité naturelle, comme les fosses nasales, les oreilles, et même les organes urinaires, cavités pathologiques comme les ulcères et les plaies. Toutes les histoires racontées au temps jadis sur la naissance spontanée de vers, puis d'insectes ailés dans le corps humain (et elles sont innombrables) se rapportent à des faits de ce genre. Ceux-ci ne se produisent, faut-il le dire, que chez des sujets malpropres, fétides, car les mouches aiment à pondre sur l'ordure, ou chez des blessés restés exposés longtemps à l'air libre. Des mouches très communes chez nous, comme les calliphores et les sarcophages, sont capables de parasiter ainsi des malheureux qui ressentent naturellement des troubles très variés suivant l'endroit où la larve a pénétré. On se doute que ceux-ci seront particulièrement douloureux si les larves ont pénétré dans les fosses nasales, dans l'oreille ou même sous les paupières.

A voir quelques indigènes du nord de l'Afrique laisser les mouches s'attacher à leurs yeux sans les chasser, on comprend aisément le mécanisme de cette infestation.

Que l'homme ingère des œufs de diptères ou même des larves déjà évoluées, cela nous semblera moins extraordinaire et plus explicable. Toujours est-il que ces larves peuvent résister quelque temps aux sucs digestifs et continuer à vivre en ce milieu anormal. Elles n'y déterminent en général que peu d'accidents et sont bientôt tuées ou expulsées. Cependant on a vu, lorsqu'elles étaient nombreuses, le sujet ressentir des symptômes comparables à ceux qu'occasionnent les vers et même présenter des hémorragies intestinales.

Ce sont surtout les drosophiles, les piophiles (asticots du fromage), les éristales, et même la mouche domestique que l'on peut accuser de ces méfaits. Ne pas manger de légumes crus, de fromages « habités », de viandes malsaines, voilà la prophylaxie de cette myiase. Quant au traitement, s'il est nécessaire, il sera celui des vers intestinaux.

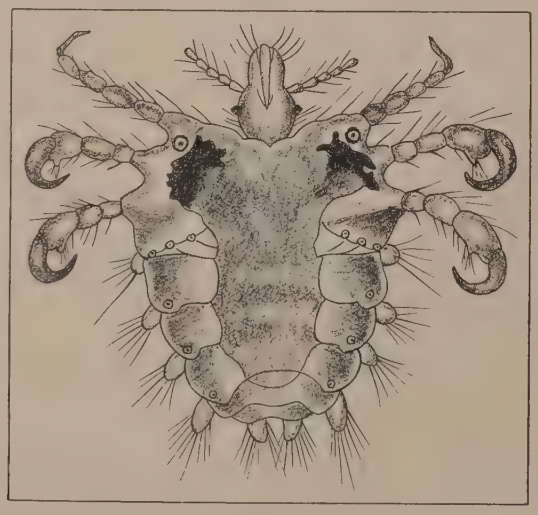


Fig. 26. — LE POU DU PUBIS (*Pediculus pubis*) ⌀ On le trouve aussi parfois dans les poils de l'aisselle. (Dr Corcuff, del.)

LES ARACHNIDES

Les arachnides parasites de l'homme appartiennent presque tous au groupe des acariens. Dans tous les autres groupes, il n'y a guère à citer que les linguatules, qui ne ressemblent d'ailleurs nullement à des araignées, mais surtout à des vers et qui sont des parasites types, ne pouvant pas vivre d'une autre vie. On a trouvé la *Linguatala serrata* dans le foie et les reins de quelques individus, où elle s'était enkystée sans pour cela avoir causé des désordres appréciables. C'est un animal à évolution assez complexe sur laquelle nous n'insisterons pas en raison de sa rareté et qui semble être avalé encore avec des végétaux mangés crus et insuffisamment nettoyés.

LES ACARIENS. ⌀ ⌀ Les acariens sont pour nous beaucoup plus importants, car ils fournissent des parasites communs et pour quelques-uns desquels les phénomènes pathologiques qu'ils déterminent sont très connus.

Le plus classique, si l'on ose dire, d'entre eux, est le *Sarcoptes scabiei*, qui est le parasite auquel l'humanité doit la gale. Cependant nous en resterons là à son égard,

parce que cette maladie sera longuement traitée dans une autre partie de cet ouvrage [1].

Assez voisin du sarcopte est le *Demodex folliculorum* (fig. 27), petit acarien de 300 à 400 millièmes de millimètre de long, que l'on trouve parfois dans les glandes sébacées, dans les follicules pileux, et qui, d'après les recherches les plus récentes, n'y jouerait qu'un rôle médiocre sinon nul. On l'a cependant accusé autrefois de déterminer des inflammations, d'être à l'origine des comédons, ces points noirs que certains portent sans en ressentir de plaisir sur la face et d'autres parties du corps. On a même voulu en faire non pas le parasite vrai du cancer, mais l'introducteur de ce parasite hypothétique. A cet égard, le dernier mot n'est pas dit, et ne le sera pas tant que nous serons aussi ignorants que nous le demeurons sur l'origine de ce fléau.

Les *Trombidium* ont reçu des noms variés suivant les régions où on les a observés, et cette observation a été faite un peu partout. Ce sont de minuscules acariens dont les larves à six pattes, rouge orangé, attaquent et piquent l'homme qui passe à leur portée vers la fin de l'été et en automne, et causent des démangeaisons assez vives. Ces « aoutats », « poux d'août », etc., n'ont que cette façon de nous nuire et ne sont que des parasites momentanés et désagréables.

Les *ixodes* sont surtout appelés chez nous « tiques ». Ce sont des animalcules de quelques millimètres de longueur et qui se fixent assez volontiers dans la peau des hommes qui vivent dans les bois ou même s'y promènent insuffisamment vêtus. La sensation causée par le rostre de l'animal est légère ; il convient cependant de l'extirper et, autant que possible, tout entier en une seule fois, car fréquemment, si l'on n'y prend pas garde, le rostre ou appareil perforant peut rester dans la peau et y déterminer des accidents en s'y décomposant. Certaines tiques des pays chauds sont accusées de transmettre des maladies assez sérieuses, comme la fièvre pourprée des Montagnes Rocheuses.

1. Voir au Supplément.

Fig. 27. — LE DEMODEX FOLLICULORUM ø 1. *Le Demodex dans un follicule pileux de chien atteint de gale folliculaire.* — 2. *Larve apode.* — 3. *Larve hexapode.* — 4. *Femelle adulte.* (Dr Corcuff, del.)

Il ne reste plus à citer que les *argas*, autre genre d'acariens, parasites surtout des oiseaux, notamment chez nous des pigeons, qui peuvent par extraordinaire s'en prendre à l'homme. Piqûre peut-être un peu douloureuse, mais en réalité sans importance, à moins que l'argas ne soit, à son tour, introducteur de germes septiques, ainsi qu'en ont été accusés des représentants des races exotiques.

CHAPITRE III

COMMENT LES PARASITES NUISENT A L'HOMME

POUR terminer cette revue des principaux animaux qui peuvent parasiter l'homme, il s'agit de jeter un coup d'œil sur le mécanisme par lequel ils agissent sur leur hôte de façon défavorable. Ils ne peuvent, évidemment, avoir d'autre action et il suffit de mentionner comme curiosité cette théorie qui veut que la présence d'un ténia dans l'intestin donne à son porteur une certaine immunité vis-à-vis d'espèces microbiennes dangereuses. C'est le transfert dans l'ordre scientifique du préjugé populaire qui veut que les poux soient signe de santé.

L'ACTION MÉCANIQUE

Il n'est jamais indifférent d'héberger en soi un animal qui n'a pas sa place marquée dans notre anatomie ni son rôle dans le fonctionnement de nos organes. Il est évident, néanmoins, que sa présence seule ne peut être

pour nous un danger réel, car la taille des parasites est ordinairement assez minime pour qu'ils ne gênent pas la marche de la machine humaine. Il est cependant des cas où leur action est purement mécanique et qui ne sont pas parmi les moins graves. Lorsque des ténias, se pelotonnant, finissent par boucher l'intestin et par produire les accidents si sérieux de l'obstruction, c'est bien leur présence seule qui agit. Lorsque la filaire, en interrompant le cours de la lymphe, détermine les troubles graves que nous avons rapportés, c'est encore le même genre d'influence que nous devons constater. Il en est de même pour l'ascaride qui passe par le larynx et provoque l'asphyxie.

Mais surtout à l'ordre mécanique appartiennent les désordres causés par des parasites qui, pour se nourrir ou pour changer de séjour, passent à travers certains organes en les détruisant plus ou moins. Les ascaris, n'auraient-ils pas d'autre action que leur seul trajet pour gagner l'intestin, pourraient donner lieu à des accidents très appréciables. Si l'amibe détermine des ulcérations de la muqueuse intestinale, c'est aussi pour effectuer ses migrations à travers le corps. La seule présence des larves de trichine dans les muscles est suffisante pour les empêcher de fonctionner.

L'ACTION IRRITATIVE

Cette présence et ces destructions, en admettant qu'elles soient uniquement mécaniques, ne peuvent manquer d'avoir aussi une influence irritative. La bilharzie, par ses œufs seuls, est susceptible, comme nous l'avons vu, de provoquer la production de polypes dans l'intestin ou dans la vessie. Mais l'irritation peut être plus générale encore et ne pas se limiter au lieu où elle se produit. Il est évident que beaucoup des accidents d'ordre nerveux déterminés par les vers intestinaux doivent être considérés comme des réflexes déclenchés par la seule irritation qu'ils déterminent. Dans un autre genre, moins sérieux, les piqûres des arthropodes, punaises, puces ou ixodes, font naître des sensations qui tiennent à une irritation locale, à laquelle se joint peut-être une action toxique, mais qui n'en existe pas moins.

L'ACTION TOXIQUE ET INFECTIEUSE

L'action infectieuse vient ensuite. Elle doit être scindée en deux, suivant qu'elle est purement locale ou, au contraire, générale. Dans ce dernier cas, on peut la considérer principalement comme toxique.

Action locale infectieuse, nous en avons quelques exemples assez typiques. N'est-ce pas ainsi que l'amibe provoque si fréquemment des abcès du foie? N'est-ce pas encore une influence du même genre qui fait que les leishmania déterminent l'apparition du bouton d'Orient? La myiase furonculeuse ressortit-elle à un autre processus?

Mais l'action toxique générale est autrement importante dans un nombre considérable de cas. Nous voyons, dans ces circonstances, les parasites agir sur notre organisme exactement comme le font les microbes. Ceux-ci, en effet, nous nuisent beaucoup moins par leur présence que par les toxines qu'ils sécrètent et qui se répandent dans toute l'économie. On peut estimer que bien des parasites — le plus grand nombre au moins de ceux qui provoquent des maladies générales — n'ont pas de mode d'action qui soit plus important.

Lorsque nous considérons un sujet atteint, par exemple, de paludisme, de maladie du sommeil ou de fièvre jaune, nous ne pouvons faire autrement que de le comparer à tout autre sujet atteint d'une infection microbienne. Même généralisation des phénomènes infectieux, même retentissement sur le fonctionnement de nos principaux appareils et, qui plus est, même détermination de processus de défense, dont la fièvre est un signe qui ne trompe pas.

Cette influence sur nos humeurs, qui est à l'heure actuelle le point le plus diligemment étudié de l'infection, nous la trouvons dans d'innombrables cas de parasitisme. Nous en sommes venus à rechercher en ces circonstances la présence des anticorps, voire la réaction de déviation du complément, dans le détail desquelles nous ne pouvons entrer [1], et qui sont si caractéristiques de l'affection microbienne d'une façon générale. On applique cette réaction au diagnostic des kystes hydatiques et nous savons que des recherches du même genre ont été couronnées de succès en ce qui concerne les méningites des vers intestinaux. Si nous considérons le sang lui-même, nous constatons que le parasite s'y répand parfois volontiers, donnant lieu à une sorte de septicémie dont celle du paludisme et celle de la maladie du sommeil peuvent être regardées comme des exemples typiques. Il y a mieux ; la présence dans l'économie du parasite, même habitant nettement hors du courant sanguin, ne laisse pas de se signaler par des modifications des globules du sang, et la présence dans les globules blancs de granulations très avides de cette matière colorante qu'est l'éosine est un signe assez courant que l'individu chez lequel on la constate est l'hôte de parasites, lesquels peuvent être très variés.

L'action toxique des parasites est une de celles que nous avons appris récemment à connaître. Nous admettons aujourd'hui que les vers intestinaux, par exemple, déversent des toxines sans lesquelles les déprédations auxquelles ils peuvent se livrer vis-à-vis de la muqueuse digestive seraient de peu d'importance, et c'est encore à la présence de toxines de ce genre que nous attribuons les modifications du sang produites, par exemple, par l'ankylostome, lequel serait bien empêché par un autre moyen de déterminer les anémies graves qui signalent si souvent sa présence.

Voir t. II. Les réactions de l'organisme à la maladie.

LES PARASITES INOCULATEURS DE MALADIES CONTAGIEUSES

A côté de ces actions directes des parasites dont l'importance est parfois si grande, il faut en ajouter une autre, d'un tout autre ordre, à laquelle il faut, au moins pour certains d'entre eux, attribuer une valeur considérable, c'est l'inoculation de germes infectieux.

Malgré que ce soient les insectes, auxquels nous allons revenir, qui soient surtout responsables de cette redoutable transmission, bien d'autres parasites ont été inculpés de ce chef. Nous avons déjà signalé que Metchnikoff expliquait ainsi que les vers intestinaux produisissent l'appendicite et qu'on avait également pensé que plusieurs d'entre eux pouvaient être coupables de déterminer la fièvre typhoïde en ouvrant, devant les microbes de l'intestin, la barrière muqueuse pour ceux-ci infranchissable tant qu'elle est intacte.

A l'autre bout de la série, on peut supposer que les acariens sont parfois des inoculateurs des germes septiques et nous avons dit que certaines tiques occasionnaient l'éclosion de fièvres classées, au moins dans des pays étrangers, si, en France, on les innocente d'une façon générale.

C'est donc surtout aux insectes qu'il faut nous en prendre à cet égard. On nous permettra d'être surtout explicites en parlant des mouches, parce qu'elles sont de tous les pays, parce qu'elles ont été bien étudiées, et enfin parce que nous connaissons des moyens de lutter contre elles.

Les mouches, à ce point de vue, doivent être divisées en deux groupes : les piqueuses et les non-piqueuses. On conçoit bien la différence de mécanisme par lequel elles peuvent nous inoculer des maladies graves, les unes ayant un appareil buccal susceptible de percer notre peau, les autres en étant dépourvues. C'est pour ces dernières que quelques explications seront utiles.

Prenons la mouche la plus commune, *Musca domestica* (fig. 28), que tout le monde connaît. Elle n'a comme pièce buccale importante qu'une trompe grosse, molle et incapable de perforer quoi que ce soit. D'autre part, nous n'ignorons pas qu'elle se complaît dans l'ordure, dans les matières en putréfaction, dans le fumier. C'est là qu'elle pond, qu'elle retourne toujours. En ces lieux, elle récolte, avec ses ailes, ses pattes et sa trompe, des microbes en quantité considérable. Voyez-la ensuite dans votre intérieur. Elle va se poser sur nos mains, sur nos visages, sur nos aliments ; là, on la voit se brosser les tarses et se lisser les ailes. De ses organes ainsi nettoyés tombent les germes pathogènes qu'elle a transportés. Si c'est sur des aliments qui ne subiront pas la cuisson comme le pain, le sucre, le lait, il y a quelques chances pour que nous absorbions ces microbes, et les voilà dans notre organisme.

Quelles sont les maladies que l'on a pu accuser la mouche de transmettre? La fièvre typhoïde (germes recueillis sur les linges souillés des malades ou sur des

Fig. 28. — LA MOUCHE DOMESTIQUE (*Musca domestica*) (femelle) ♂ *En haut, à gauche :* Tête du mâle. (Dr Corcuff, del.)

ustensiles leur ayant servi) ; la gastro-entérite infantile, grande tueuse de tout-petits ; la dysenterie bacillaire (pas celle que causent les amibes) ; les ophtalmies, et notamment la conjonctivite granuleuse ou trachome, et les ophtalmies purulentes créatrices de cécité ; la variole sans doute et peut-être la tuberculose.

D'autres mouches non piqueuses peuvent commettre, par le même mécanisme, les mêmes méfaits. Du nombre sont la *Calliphora erythrocephala* ou mouche bleue, la *Sarcophaga carnaria* ou mouche grise, les *lucilies* ou mouches vertes, etc.

Viennent ensuite les mouches piqueuses dont le type est représenté par le *Stomoxis calcitrans* (fig. 29), mouche des écuries et des étables, extrêmement fréquente dans certaines régions, et qui ressemble tellement à la mouche commune, qu'on ne manque pas de les confondre. On remarquera cependant que sur les murs la mouche domestique se tient la tête en bas, le stomox la tête en haut. En outre, devant la tête de ce dernier, entre les yeux, il est facile de constater l'existence d'un dard très aigu qui est l'appareil de piqûre.

Or le stomox semble le grand inoculateur du charbon, alors que l'on a coutume d'attribuer cette transmission à la grosse mouche bleue, qui en est bien incapable. Il est bien d'autres mouches piqueuses, ne serait-ce que les taons, dont il convient de nous méfier à cet égard, sans compter, bien entendu, les glossines, dont nous avons parlé ailleurs.

Les mouches, quelle que soit leur espèce, sont donc pour nous des ennemies que nous ne saurions trop ardemment combattre. La lutte est difficile à cause de la diffusion extraordinaire de l'insecte. Ce n'est pas à l'état adulte qu'il faut essayer de le détruire, mais à l'état larvaire, c'est-à-dire aux lieux mêmes où elle pond : l'usage d'huile de schiste que l'on verse dans les fosses d'aisance est une bonne précaution, mais c'est surtout dans le fumier qu'il faut la pourchasser. Les Américains ont imaginé un heureux dispositif qu'il faudrait répandre chez nous. Il consiste à placer le fumier sur des claires-voies à quelques centimètres du sol, au-dessus de bassins

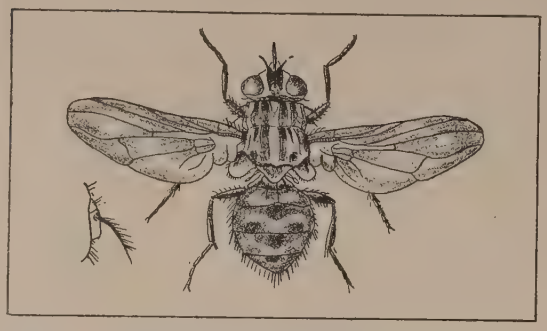


Fig. 29. — UNE MOUCHE PIQUANTE (*Stomoxis calcitrans*) ø Remarquer que la tête montre, entre les deux yeux, un stylet que l'on ne trouve pas chez la mouche domestique. ø *A gauche :* Détail de l'appareil piqueur. (Dr Corcuff, del.)

étanches où l'on met de l'eau. Les larves de mouches pondues dans le fumier, et qui commencent par s'y enfoncer, sont obligées, au bout de peu de temps, par la chaleur due aux fermentations, de gagner l'extérieur. Elles ne peuvent atteindre le sol, où elles se transformeraient en pupes et tombent dans le liquide.

Après les mouches, les moustiques. Nous avons eu l'occasion, en parlant du paludisme et du *vomito negro*, de montrer comment ils transmettaient ces terribles affections. Ils en transmettent certainement d'autres encore. Eux aussi doivent être détruits, et détruit à l'état larvaire. Cette fois c'est dans les mares, les flaques, toutes les étendues d'eau stagnante, qu'il faut faire la chasse. Là encore, les huiles minérales versées abondamment rendent des services considérables en empêchant les larves de venir respirer à la surface de l'eau, ce qui leur est cependant indispensable. Contre les piqûres de moustiques, le port de gants, de voiles, l'usage de moustiquaires sont nécessaires, dans les pays où ces insectes sont particulièrement nombreux et agressifs. C'est la lutte implacable contre les moustiques qui a permis de faire disparaître le paludisme dans beaucoup de pays, la fièvre jaune de Cuba.

Les puces doivent avoir leur place dans ce réquisitoire. La puce de rat, quittant celui-ci quand il meurt, pique parfaitement l'homme, et le rat est un grand propagateur de la peste. C'est la puce qui nous l'inocule. Ce seul fait ne suffit-il pas à faire son procès? N'insistons pas, mais ajoutons que la puce du chien peut encore nous transmettre son ténia.

Et les poux? sont-ils innocents? Non, évidemment, car ce sont les poux de corps qui sont les agents de propagation du typhus exanthématique, du typhus récurrent, etc. « Le pou, a dit Sir David Bruce, doit sans doute occuper la première place dans les préoccupations épidémiologiques. »

Il sied enfin de terminer par la punaise, que l'on a accusée de communiquer la lèpre, et peut-être le cancer. La preuve n'est pas faite, c'est vrai, mais elle traverse la peau de son rostre et ne choisit pas non plus les lieux qu'elle fréquente. Tenons-nous en garde vis-à-vis d'elle.

Les parasites occupent donc, dans les causes des maladies humaines, un rang très important. Encore n'avons-nous parlé que des parasites animaux. L'étude des mycoses nous montrera que les parasites végétaux, dont l'histoire, semble-t-il, est loin d'être terminée, rivalisent sur ce point avec les premiers.

TROISIÈME PARTIE

LES MICROBES

PAR LE DOCTEUR BESANÇON

Professeur de clinique médicale à la Faculté de Médecine, Membre de l'Académie de Médecine

Les origines de la microbiologie. ▫ La technique bactériologique. ▫ Les fonctions microbiennes. ▫ Le diagnostic des maladies infectieuses par la méthode bactériologique. ▫ Classification des bactéries. ▫ Les mycrobactériums et les parasites végétaux. ▫ Les spirochètes. ▫ Les virus filtrants.

Personne n'ignore plus, à l'heure actuelle, qu'un grand nombre des maux qui frappent l'humanité sont dus à des êtres infiniment petits, connus sous le nom de microbes (ils ont été ainsi baptisés par Sédillot). La partie de la médecine qui les étudie, qui s'efforce à dépister leur mode d'action et même à les transformer en agents de guérison, s'appelle microbiologie. C'est elle dont les pages suivantes résument l'importance, exposent la technique et les résultats.

Un nom, vénéré par le monde entier et dont les Français doivent être fiers, domine tout ce chapitre de nos connaissances scientifiques, c'est celui de Pasteur (fig. 1), né à Dôle en 1822, mort à Villeneuve-l'Etang, près Paris, en 1895. Un rapide exposé de ses découvertes successives montrera par quel enchaînement de travaux et de raisonnements l'illustre savant a ouvert à la science un domaine entièrement nouveau et projeté une lumière éclatante sur tant de problèmes demeurés jusqu'à lui obscurs et mystérieux.

La médecine, comme la chirurgie, a été entièrement transformée par ces immortelles découvertes. Ce n'est que depuis elles que nous comprenons ce que sont l'infection et la contagion, ces causes si fréquentes de maladie et de mort.

CHAPITRE I

LES ORIGINES DE LA MICROBIOLOGIE

La lutte universelle est la terrible loi de la vie ; l'homme, depuis les origines, lutte contre des ennemis qui, eux-mêmes, pour vivre, cherchent à le détruire.

Longtemps, de ces ennemis, on ne connut que les grands carnassiers, les grands reptiles ; puis, peu à peu, les parasites animaux, les vers, qui jouent un rôle nocif si important, surtout quand l'homme vit en contact avec les animaux, dans les conditions de la vie naturelle, comme le fait s'observe encore dans les régions tropicales et même aussi en Islande (où la vie de l'homme en contact incessant avec le chien entraîne la fréquence du kyste hydatique).

La notion d'ennemis invisibles, d'êtres animés microscopiques ayant une influence sur la santé humaine est, par contre, de date relativement récente, car si la notion de maladie contagieuse transmissible est ancienne, on ignorait tout de la nature du contage, les uns l'attribuant encore à des insectes, les autres à des vapeurs venant du corps malade, à des miasmes venant du sol ou des eaux croupissantes ; personne ne se le représentait comme un être animé. On croyait, par exemple, que le paludisme était dû aux exhalations gazeuses qui se dégagent des marais, des terrains marécageux, où stagnent les matières en décomposition.

Il semble bien que ce soit le père jésuite Athanasius Kircher qui, grâce au premier microscope (qui n'était en quelque sorte qu'une loupe montée), découvrit la présence de microorganismes dans les infusions végétales, dans l'eau croupissante, dans le pus.

Après le père Kircher, Leeuvenhoek perfectionna le microscope et, poussant l'investigation plus loin que son prédécesseur, décrivit la forme de ces êtres minuscules et chercha même à les classer.

L'esprit de l'homme s'accoutumait ainsi peu à peu à la notion des infiniment petits, mais cette découverte, bien loin d'être tout d'abord l'occasion d'un progrès dans le domaine biologique, fut au contraire plutôt l'origine d'un véritable recul de la pensée humaine.

LE PROBLÈME DE LA GÉNÉRATION SPONTANÉE. ▫▫ On écrit volontiers que les savants des

siècles précédents croyaient à la génération spontanée et l'on reporte à Pasteur le mérite d'avoir démoli cette théorie erronée ; la vérité est un peu plus complexe et vaut d'être rétablie, le mérite de Pasteur n'en étant en rien diminué.

Longtemps sans doute, philosophes, poètes, naturalistes avaient cru à la génération spontanée des êtres vivants ; peu à peu cependant, il fut unanimement admis qu'un animal naissait toujours d'un animal de même espèce, une plante d'une plante.

La découverte du microscope, en révélant le monde des infiniment petits, que l'on voit en quelques heures se développer dans les infusions et y naître en apparence spontanément, donna, vers la fin du XVIIIe siècle, un regain d'autorité à la doctrine de la génération spontanée.

Needham, Buffon se déclarèrent partisans de cette théorie ; la génération spontanée, pensaient-ils, se manifeste constamment et universellement après la mort ; les anguillules du vinaigre ne sont que des formes différentes que prend d'elle-même, et suivant les circonstances, cette matière toujours active et qui ne tend qu'à l'organisation.

L'opinion de Needham était en partie basée sur une expérience bien conçue, mais incomplète ; il enfermait dans des vases une matière putrescible et entourait le vase de cendres chaudes pour détruire les êtres vivants qui pouvaient être inclus dans la matière putrescible ; la formation d'animalcules s'effectuait cependant, Needham en déduisait donc, avec une apparence de logique, qu'il avait assisté à une génération spontanée.

Spallanzani montra où gisait l'erreur de l'expérience : Needham ne chauffait pas suffisamment et ne fermait pas assez hermétiquement ses vases. Si, au contraire, en effet, on maintient les vases fermés et si on les plonge une heure dans l'eau bouillante pour tuer toutes les semences qui peuvent y être enfermées, aucun animalcule ne se développe plus.

Spallanzani triomphait et Voltaire, avec son fin bon sens, pouvait considérer à cette époque comme démontré qu'il n'est ni végétal, ni animal qui n'ait pour origine son germe.

La doctrine de la génération spontanée n'était pas cependant définitivement oubliée ; et bien qu'en 1828 Cagniard-Latour ait décrit la levure de bière et montré son rôle dans la fermentation alcoolique, on vivait alors sous l'emprise des idées du célèbre chimiste Liebig, qui considérait que c'était la matière organique qui était le ferment lui-même. En 1858, à la suite d'expériences de Pouchet (de Rouen), la question de la génération spontanée se rallumait et passionnait à nouveau le monde savant et même le reste du monde, par son apparence philosophique, à tel point que l'Académie des Sciences proposa comme sujet de prix : « Essayer, par des expériences bien faites, de jeter un jour nouveau sur la question des générations spontanées ».

PASTEUR INTERVIENT. — Nous sommes en 1858. Pasteur, préparé par ses travaux antérieurs sur les fermentations lactique, alcoolique et butyrique, était armé pour apporter la solution du problème.

Déjà, en effet, dans son mémoire sur la fermentation lactique qui, dans ses quinze pages, comme le fait remarquer Duclaux, contient le germe de tout ce qui va suivre, Pasteur démontre que la production du lait aigre est liée à la présence d'un ferment spécifique. Ce ferment n'est pas le produit de la putréfaction de la substance organique, c'est un être vivant, capable de se reproduire et de se multiplier ; la fermentation est corrélative de la vie.

Pasteur, avec son premier préparateur, Jules Raulin, expérimentateur patient et habile, s'attaque au problème avec sa méthode et sa ténacité coutumières.

Il commence à chercher si l'air ne contiendrait pas les germes mêmes qui se développent dans les infusions ; au moyen d'un aspirateur à eau, il est facile de faire passer une grande quantité d'air à travers un tube de verre dans lequel on introduit une bourre de coton qui, jouant le rôle de filtre, arrête toutes les particules solides contenues dans l'air : la bourre de coton devient vite noire de poussière, et, si on examine les particules déposées, on y voit, à côté de détritus variés de végétaux et d'animaux, des spores et des germes.

Il existe donc dans l'air des corpuscules organisés ; pour démontrer que ce sont bien ces germes qui fertilisent les solutions stériles, Pasteur institue une série d'expériences mémorables.

Il prend un bouillon fermentescible, le répartit dans des ballons dont il effile le col, il fait bouillir ce « bouillon de culture » pour le stériliser et faire le vide dans le ballon dont on ferme alors l'effilure ; vient-on à briser celle-ci, l'air rentre avec bruit ; si l'on met ensuite le ballon à l'étuve, on voit bientôt que le liquide se trouble et qu'il se produit une fermentation ; celle-ci ne se manifeste pas, au contraire, si on a forcé l'air à passer à travers une bourre de coton ou sur un tube de platine chauffé au rouge.

Les germes ne sont pas répandus dans l'air partout avec la même fréquence : l'air des villes est riche en germes, l'air des montagnes en est presque complètement dépourvu.

Ce n'est pas seulement dans l'air, dans les poussières que se rencontrent les germes, mais aussi dans les eaux et dans le sol, qui est un véritable réservoir de microbes.

ROLE DES MICROBES DANS LES FERMENTATIONS. ⌀⌀ Le rôle de ces germes, comme le montre Pasteur, est considérable. Ils n'interviennent pas seulement dans les fermentations du lait, du vin, de la bière (fig. 2 et 3) ; ils attaquent toute la matière organique, animale et végétale ; sans les ferments, dit Pasteur, la surface de la terre serait encombrée de matières organiques mortes et de cadavres de tous genres ; sans eux, la vie deviendrait impossible, car l'œuvre de mort serait incomplète.

Le rôle de ces germes est bien plus puissant encore,

Fig. 1. — PORTRAIT DE PASTEUR PAR EDELFELT, 1886 ▫ Musée du Jeu de Paume. (Cl. Hachette.)

car, comme Pasteur va bientôt le démontrer, ils sont la cause même des maladies transmissibles de l'homme et des animaux.

Pasteur n'aborde pas tout d'abord la pathologie humaine ; minéralogiste, chimiste, il n'a étudié que les fermentations.

LES MALADIES DES VERS A SOIE. ▫▫ La clairvoyance du grand chimiste J.-B. Dumas va orienter Pasteur vers ce nouveau domaine de la pathologie infectieuse, où rien en apparence de ses études antérieures ne devait l'attirer.

L'anecdote est piquante. Une épidémie ruinait alors

l'industrie des vers à soie ; les populations du Midi faisaient pétitions sur pétitions auprès de J.-B. Dumas, alors ministre, pour que l'on entreprît la lutte contre la maladie. Le ministre, qui connaissait l'esprit intuitif de Pasteur, le fit appeler et lui demanda de rechercher les causes de l'épidémie et d'y porter remède. Pasteur s'en défendit avec véhémence ; il était chimiste, ne connaissait rien à l'industrie de l'élevage du ver à soie. J.-B. Dumas devint plus pressant, Pasteur accepte la mission et y consacre presque entièrement six années d'étude.

Role des corpuscules dans l'etiologie de la maladie. — La maladie des vers à soie était connue sous le nom de *pébrine* et rattachée à la présence de *corpuscules*, sans qu'on s'entendît d'ailleurs sur la nature et sur le rôle de ces corpuscules.

Pasteur comprend tout de suite l'importance capitale que jouent ces corpuscules dans la maladie : les vers malade seuls en sont porteurs, les vers sains n'en renferment pas ; *les corpuscules sont la cause unique de la maladie*, la cause et non l'effet.

La contagion et la transmission héréditaire. — Si on donne à un ver à soie des feuilles de mûrier barbouillées de corpuscules frais extraits d'un ver malade ou provenant de ses déjections, ce ver va présenter rapidement les symptômes de la pébrine et son corps sera envahi par les corpuscules.

Les effets sont les mêmes si l'on inocule au ver les corpuscules par piqûre. *La maladie est donc contagieuse.*

Mais la contagion n'intervient pas seule, car tous les corpuscules meurent dans l'intervalle de deux élevages de vers, et cependant la maladie continue à se transmettre de génération en génération. Ce sont les œufs qui assurent cette continuité. *La maladie est héréditaire.*

Ainsi, pour la première fois, était démontré expérimentalement le mécanisme de la contagion et de l'hérédité, qui jouent un si grand rôle dans les maladies infectieuses.

La prophylaxie par l'isolement. — La cause trouvée, le remède en découlait facilement : on pouvait supprimer la contagion en séparant les vers sains des vers corpusculaires.

En 1867, Pasteur, qui croyait tenir le problème de l'étiologie et de la prophylaxie de la pébrine, apprend que cependant des *éducations* (c'est le terme technique) provenant des graines pures avaient échoué. S'était-il donc trompé? Non, mais le problème était encore plus complexe qu'il ne l'avait cru. Il existe en réalité deux maladies des vers à soie : la *pébrine*, ou maladie corpusculaire, contagieuse et héréditaire, et la *flacherie*, ou maladie des morts flats.

Importance des causes secondes. — Pasteur, à l'occasion de cette flacherie, voit des faits de la plus haute importance qui éclairent singulièrement l'histoire des maladies contagieuses.

Tandis que la pébrine ne se transmet que par contagion, la flacherie peut apparaître spontanément, sans contagion, dans un élevage de vers sains.

Les germes de la flacherie sont en effet des microbes qui sont répandus d'une façon banale sur les feuilles de mûrier, mais ils n'y sont qu'en petite quantité et, d'une façon générale, le ver *bien portant*, se défend bien contre ces germes, à condition qu'ils ne soient pas en trop grande quantité.

Qu'il survienne au contraire des pluies répétées, que la feuille reste mouillée, les germes vont devenir plus nombreux et la protection des sucs digestifs de l'animal ne sera plus suffisante ; il se laissera envahir par les germes et succombera à la maladie ; l'animal malade

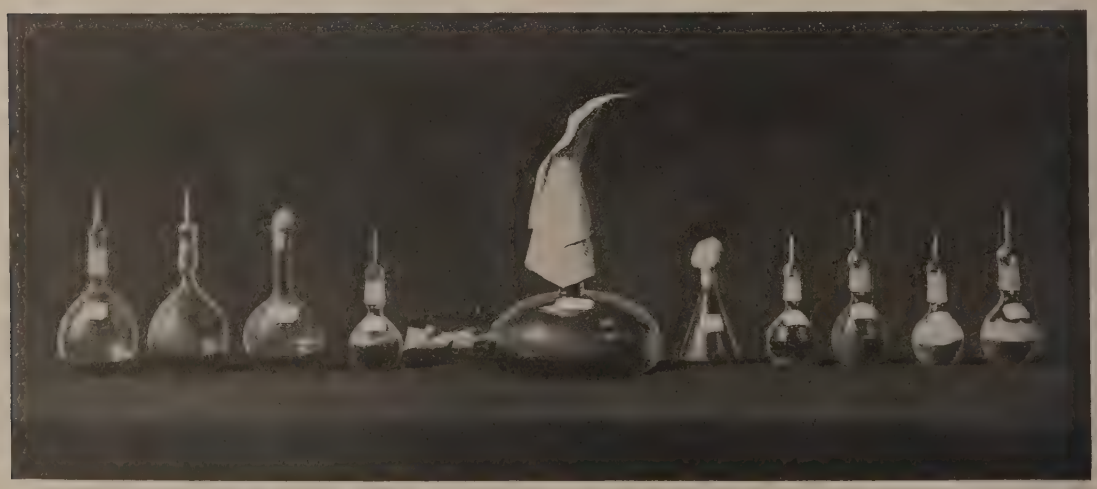


Fig. 2. — DIVERSES SORTES DE FERMENTS (vins) ▰ Pasteur a abordé l'étude des ferments dès le début de sa carrière, alors qu'il était professeur à Lille. Il a démontré que les ferments étaient des êtres vivants, susceptibles de se reproduire et de se multiplier, et non des produits de putréfaction. La fermentation, contrairement à l'opinion soutenue alors par Liebig, est bien, a-t-il prouvé, corrélative de la vie (Laboratoire de M. Crolbois, Cl. Hachette.)

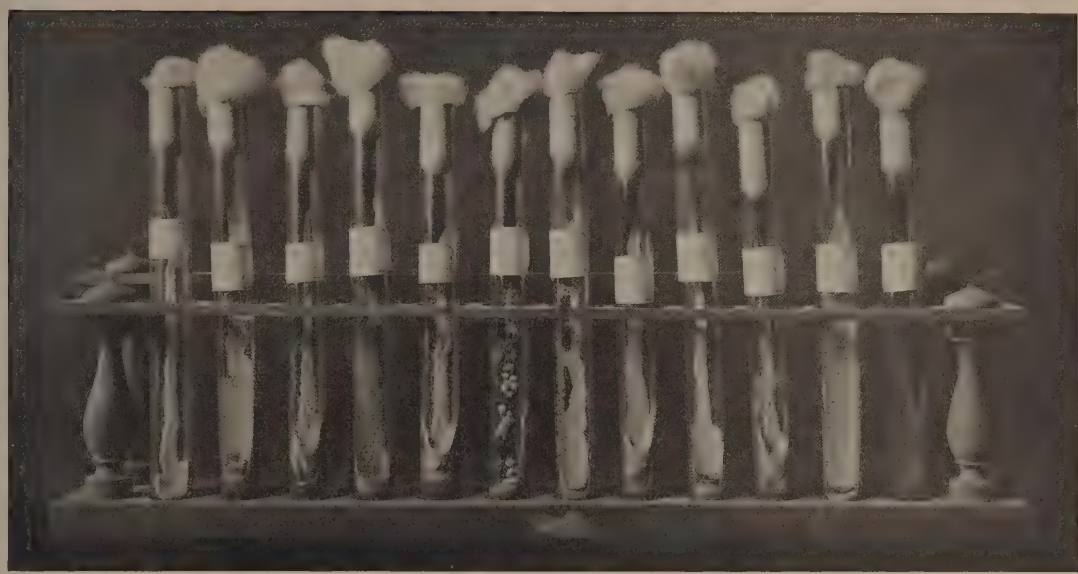


Fig. 3. — DIVERSES SORTES DE FERMENTS (bière) ✎ Les études de Pasteur sur la fermentation du lait, de la bière et du vin ont précédé immédiatement ses recherches sur les générations spontanées. Ce sont elles qui l'ont conduit à sa conception des maladies infectieuses causées par des microbes (Laboratoire de M. Crolbois, Cl. Hachette.)

deviendra alors, par ses déjections, un foyer de contagion pour les autres vers.

Importance du terrain organique. — Mais ce ne sont pas seulement ici les causes qui augmentent la vitalité et la virulence de la graine qui interviennent, comme le montre merveilleusement Pasteur, c'est aussi tout ce qui affaiblit le terrain organique ; qu'il se produise un temps orageux, une température excessive, que la ventilation de la chambre soit mauvaise, la résistance naturelle du ver vis-à-vis du parasite de la flacherie va fléchir et tel ver qui, sain, aurait résisté à cette petite infection, va, fatigué et languissant, se laisser envahir et succomber.

Transférons cette histoire de la flacherie à une maladie de l'enfance, comme le choléra infantile, et nous retrouverons les mêmes observations, la même pathogénie.

Ce rôle de la contagion, Pasteur, qui venait d'être nommé en 1873 à l'Académie de Médecine, allait s'efforcer de le montrer dans les maladies humaines.

Déjà, quelques esprits d'avant-garde avaient pressenti la révolution que les expériences de Pasteur allaient apporter dans les doctrines médicales.

Trousseau n'hésitait pas à appliquer à la médecine la théorie des germes ; Alphonse Guérin se demandait si l'infection purulente ne serait pas « due aux germes ou ferments que Pasteur avait découverts dans l'air ».

LA CONTAGION DANS LES MALADIES HUMAINES. ✎✎ C'est en 1878 que Pasteur montre le rôle de la contagion dans la transmission de l'infection purulente qui, à cette époque, décimait les blessés, et de l'infection puerpérale qui dévastait les maternités. La fréquence de l'infection purulente rendait redoutable la moindre intervention chirurgicale : à la Maternité, en 1866, il était mort une femme sur quatre accouchées.

On invoquait l'encombrement, le génie épidémique. « Suivant moi, dit Pasteur, il n'existe pas d'état sanitaire, pas d'état épidémique proprement dit. Les faits cachés sous les expériences correspondent à une abondance plus ou moins grande de germes et de conditions hygiéniques constitutionnelles ou autres, pouvant permettre leur développement plus ou moins facile. »

Comparant la fièvre puerpérale aux faits observés dans les maladies des vers à soie, Pasteur montrait que ce qui cause l'épidémie, c'est le médecin et son personnel qui transportent le microbe d'un opéré à un autre, d'une accouchée malade à une accouchée saine.

Et, comme un de ses contradicteurs lui disait qu'il craignait fort qu'on ne trouvât jamais ce microbe, Pasteur, dessinant au tableau un organisme et une chaînette de grains, lui répondit : « Tenez, voici sa figure. »

Les principes de l'asepsie. — Pasteur ne se contente d'ailleurs pas de montrer le mal, mais il indique aussi le remède. A l'occasion de recherches entreprises sur le vibrion septique en 1878, Pasteur, en collaboration avec Joubert et Chamberland, fixe les règles de l'asepsie moderne : il montre que si les germes de l'air sont à redouter, le péril est en réalité minime et que le véritable danger est la contagion par les mains du chirurgien, par les objets de pansement, les instruments, etc. Le

nettoyage minutieux des mains, la stérilisation à 130, à 150° des instruments et des objets de pansement sont les éléments primordiaux de cette asepsie.

DÉCOUVERTE DE L'ATTÉNUATION DES VIRUS ET DES VACCINS. — La lecture attentive des travaux de Jenner sur la vaccine, les merveilleux résultats pratiques de la vaccination jennerienne contre la variole avaient laissé une trace profonde dans l'esprit de Pasteur.

C'est à l'occasion de ses recherches sur le choléra des poules, en 1880, que Pasteur réalise les premières atténuations méthodiques de virus et obtient ainsi les premiers vaccins ; c'est un sujet sur lequel nous aurons à revenir.

LE CHOLÉRA DES POULES. — Le choléra des poules est une épizootie très meurtrière qui sévit dans les basses-cours. Le microbe, déjà vu par Perroncito et Toussaint, est un coccobacille ovoïde (fig. 4) qui se retrouve en grande quantité dans le sang des poules qui ont succombé à la maladie.

Si on cultive ce microbe dans du bouillon fait avec des muscles de poules et si on entretient la culture en la repiquant chaque jour, elle garde sa virulence et l'inoculation de quelques gouttes de cette culture à une poule saine entraîne la somnolence, puis la mort de l'animal.

Si on laisse au contraire la culture plusieurs jours sans être repiquée, elle continue bien à rester vivante, mais lorsqu'on l'injecte à la poule, il faut une dose beaucoup plus forte de bouillon de culture pour tuer celle-ci. En vieillissant, la culture s'atténue donc, perd une partie de sa virulence ; il vient même un moment où la culture inoculée ne tue plus l'animal ; tantôt elle ne détermine aucun symptôme, tantôt seulement la somnolence.

L'inoculation d'une vieille culture incapable de tuer détermine cependant une maladie légère. Pasteur se demande si cette maladie légère, comparable à ce qu'est la vaccine vis-à-vis de la variole, ne va pas, elle aussi, déterminer la vaccination ; il inocule alors à la poule qui a reçu impunément une vieille culture, une dose de culture jeune, mortelle pour une poule témoin, et voit que la poule inoculée au préalable par la culture atténuée ne succombe pas.

Fig. 4. — BACILLE DU CHOLÉRA DES POULES. Etudié par Pasteur en 1880. Longueur 0 μ' à 1 μ 3. (Le μ correspond à un millième de millimètre). (Cl. Lumière.)

Le choléra bénin a donc joué le rôle de la vaccine ou de la variole bénigne vis-à-vis d'une variole grave ; il a déterminé une petite infection assez légère pour ne pas altérer gravement la santé de l'animal, mais suffisante cependant pour lui donner l'immunité. C'est une découverte capitale, d'où découlent toutes nos connaissances actuelles sur la vaccination microbienne.

VACCINATION ANTICHARBONNEUSE. — Dès 1877, Pasteur, en collaboration avec Joubert, avait repris l'étude du charbon, qui sévissait alors en Beauce et causait de grands préjudices à l'élevage.

Bien que le germe de la maladie (fig. 5) eût été découvert dès 1873 par Rayer et Davaine, que la spore ou graine en fût connue depuis 1876, à la suite des travaux de R. Koch, beaucoup de points restaient obscurs dans l'étiologie du charbon. Pasteur montre le rôle de ces spores dans la transmission du charbon, le mode d'infection du bétail par les herbes piquantes souillées par elles, la raison du mauvais renom assez légitime de ce qu'on appelait les « champs maudits », champs qui, en réalité, renfermaient des fosses où avaient été enfouis des animaux charbonneux ; Pasteur reprend enfin, à l'occasion du charbon, ses recherches sur l'atténuation des virus et sur la vaccination par les cultures atténuées.

Il avait en effet remarqué que des animaux qui, tout en étant malades, avaient échappé à la mort à la suite d'une inoculation d'essai, devenaient résistants dans la suite à une infection d'une dose de culture qui se montrait, au contraire, mortelle pour les animaux témoins. La vaccination était donc possible, mais comment la réaliser à coup sûr ? Pasteur cherche tout d'abord à appliquer les observations qu'il a faites au sujet du virus du choléra des poules et inocule au mouton, pour le vacciner, des cultures vieillies ; il n'obtient aucun résultat, ces cultures ont gardé leur virulence et n'ont aucune qualité de vaccin.

Pasteur se rend compte alors de la différence qui existe entre une bactéridie charbonneuse et le microbe du choléra des poules ; la première possède des spores, se reproduit par sporulation, la seconde ne se reproduit que par scissiparité, c'est-à-dire par division.

Nous verrons, dans la suite, quand nous étudierons la structure des bactéries, que tandis que toutes les bactéries se reproduisent (comme d'ailleurs toute cellule) par un procédé très simple de division directe — de scissiparité, suivant l'expression consacrée, — certaines espèces, parmi lesquelles se trouve précisément la bactéridie charbonneuse, en plus du mode de division banale, se reproduisent par l'intermédiaire de spores ; or, cette production de spores est, pour l'espèce qui en est l'objet,

un fait d'importance capitale ; la spore est, en effet, comme une graine de végétal (comme un grain de blé par exemple), elle a des propriétés toutes spéciales de résistance à la dessiccation à l'air, et même au vieillissement, car elle ne vieillit pas ou seulement d'une façon insensible : les cultures charbonneuses, qui sont remplies de spores, ne peuvent donc pas s'atténuer en vieillissant comme le font les cultures du choléra des poules ; elles ne peuvent pas se transformer en vaccin. Pour parvenir à atténuer ces cultures, il faut les empêcher de se reproduire par sporulation ; Pasteur y parvient par un artifice de culture, en les mettant dans des étuves à 43° ; à cette température, le microbe ne se reproduit plus en donnant des spores ; il peut donc s'atténuer par le vieillissement, les vieilles cultures peuvent donc servir de vaccin. Bien plus, si, dans la suite, on transporte à nouveau dans une étuve à 37° ces cultures vieillies par le séjour à l'étuve à 43°, elles donnent à nouveau des spores et ces spores, qui ne sauraient vieillir, ont pour propriété de fixer la virulence dans le degré même que possédait la culture souche qui leur a donné naissance.

La fameuse expérience faite à Pouilly-le-Fort, près de Melun, et, qui, ayant vivement frappé les esprits, les a préparés à croire à la science des microbes, va permettre à Pasteur de réaliser pratiquement la vaccination anticharbonneuse.

La Société d'Agriculture de Melun avait proposé une épreuve publique de la nouvelle méthode. Pasteur, Chamberland et Roux injectent, le 5 mai 1881, aux animaux tout d'abord ce qu'on appelle le premier vaccin, c'est-à-dire une culture de charbon vieille de quinze jours. Puis, douze jours après, le 15 mai, le second vaccin, c'est-à-dire une culture vieille seulement de dix jours.

L'inoculation d'épreuve, celle qui, réalisée avec des cultures jeunes, donnerait ou ne donnerait pas la maladie aux animaux, fut faite le 31 mai et rendez-vous fut fixé au 2 juin, afin de constater les résultats.

Les vingt-cinq animaux vaccinés avaient résisté. Les animaux non vaccinés et inoculés avec la même dose étaient morts. La preuve était faite de l'efficacité de la méthode, la vaccination charbonneuse avait conquis droit de cité.

La découverte de la vaccination charbonneuse a, en microbiologie, l'importance d'une date capitale, car, à la suite de l'expérience de Pouilly-le-Fort, non seulement la vaccination anticharbonneuse fut employée sur une large échelle chez les animaux que l'on voulait préserver du charbon, mais le principe même de la valeur qu'il fallait reconnaître à la vaccination antimicrobienne par les virus vivants et atténués s'implanta assez fortement dans les esprits pour que la méthode pût être appliquée à l'homme même.

APPLICATION A L'HOMME DES MÉTHODES DE VACCINATION. ◆◆ C'est à l'occasion de ses recherches sur la rage que Pasteur fit à l'homme l'application du premier vaccin microbien vivant.

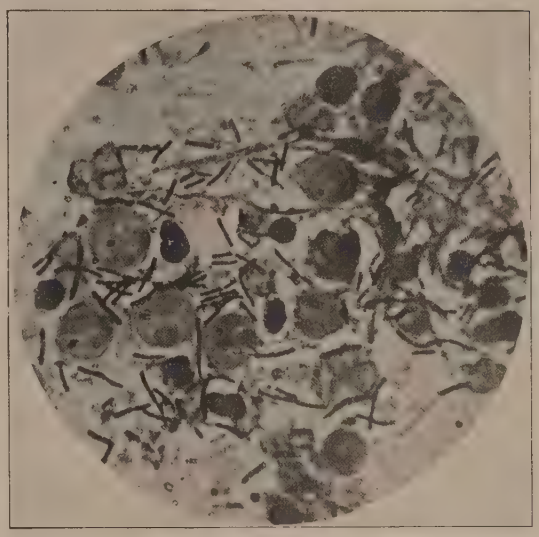


Fig. 5. — BACTÉRIDIE CHARBONNEUSE DANS LE SANG ◆ Cette bactéridie est représentée ici à un très fort grossissement, puisque sa longueur réelle est de 5 à 10 μ (le μ valant 1 millième de millimètre). Les taches noires rondes sont les globules du sang. (Cl. Lumière.)

L'histoire de la vaccination antirabique, qui n'est que le dernier chaînon d'une longue suite d'expériences, a fait plus pour la diffusion de l'œuvre pastorienne que toutes les expériences de Pasteur ; c'est elle qui lui a conquis la grande renommée, la renommée populaire qui a répandu son nom dans le plus petit village, dans le pays le plus reculé. La guérison de cette maladie terrible, la rage, qui semblait au-dessus des ressources du génie humain, a frappé les imaginations et a fait de Pasteur l'égal des plus grands bienfaiteurs de l'humanité.

Pour le savant, la découverte de la vaccination contre la rage est aussi un sujet d'admiration profonde, tant le problème était complexe, tant il fallut de génie et de patience pour vaincre les difficultés accumulées.

La rage expérimentale. — Le microbe de la rage n'est pas en effet, comme les microbes du charbon ou du choléra des poules, un germe visible au microscope, et qu'on puisse cultiver, manier, modifier.

Il était inconnu de Pasteur, il est encore inconnu aujourd'hui, ou du moins, il reste pour nous inobservable et incultivable ; il appartient à la catégorie de ces virus dont nous parlerons plus tard et qui sont dits invisibles.

Avec la hardiesse qui le caractérise, Pasteur franchit tous les obstacles ; il ne connaît pas le microbe, il ne peut l'isoler dans ses milieux de culture, mais il sait où il est : la rage est une maladie du système nerveux, et l'on sait que le virus, le germe de la maladie, réside dans le cerveau, ou plus exactement dans le bulbe, la moelle épinière des animaux enragés : si l'on inocule à un chien sain un fragment de cette moelle, l'animal devient enragé.

La vaccination antirabique. — Pasteur se dit que cette moelle qui contient le virus, c'est en réalité pour

celui-ci son milieu de culture, qu'il faut donc faire avec elle ce qu'il eût fait avec le milieu de culture du choléra des poules ou du bacille du charbon, c'est-à-dire l'atténuer par le vieillissement.

Il va suffire, pour réaliser cette atténuation, de prendre des moelles de lapins auxquels on a injecté du virus rabique, de les laisser sécher à l'air; on obtiendra ainsi, selon que les moelles auront plus ou moins vieilli, toute une gamme de virulences décroissantes, les plus vieilles auront des qualités de vaccins ; inoculées au chien, elles le vaccineront contre la rage.

Pasteur, en possession de la vaccination antirabique du chien, ne se croit pas en droit de ne pas faire bénéficier l'homme de sa découverte. La rage de l'homme a une longue incubation en général; on a donc le temps, si l'on injecte le vaccin aussitôt après la morsure, de réaliser une véritable vaccination (fig. 6).

Avec quelle émotion, avec quelles angoisses, après avoir consulté Vulpian et Grancher, il injecte au jeune Joseph Meister le virus ainsi atténué et obtient sa guérison ! C'est une histoire qui est dans toutes les mémoires ; je ne fais que la rappeler ici.

CHAPITRE II

LA TECHNIQUE BACTÉRIOLOGIQUE

Les assises de la bactériologie étaient posées, il restait à édifier la systématique bactériologique.

Ce fut, en France, l'œuvre des élèves de Pasteur : de Roux, de Chamberland, de Nocard, de Duclaux, de Chauveau; ce fut aussi, et il faut le reconnaître, pour une très grande part, en Allemagne, l'œuvre de Robert Koch et de ses élèves.

Fig. 6. — INOCULATIONS ANTIRABIQUES ▰ Elles se font par injections sous la peau de l'abdomen. (Institut Pasteur, cl. Mairet.)

LA MORPHOLOGIE MICROBIENNE. ▰▰ Bien qu'il fût doué d'une admirable faculté d'observation visuelle, comme le montre la découverte des caractères optiques différentiels du vibrion septique et de la bactéridie charbonneuse, Pasteur se préoccupa peu de la morphologie, autrement dit de l'étude des formes, et ne chercha pas d'une façon générale à faire de la systématique ; les fonctions des germes qu'il découvrait le préoccupaient plus que leurs caractères physiques ; Koch et ses élèves donnèrent, au contraire, à la morphologie une place importante ; ils ne se contentèrent pas d'examiner les bactéries au microscope, à l'état vivant; ils employèrent, pour étudier leurs caractères, les méthodes usitées en histologie : les *méthodes de coloration*.

Les diverses cellules des tissus ne se colorent pas toutes de la même façon, les cellules embryonnaires comme les cellules adultes, le noyau comme le protoplasma, etc. ; Weigert, appliquant à la bactériologie les méthodes de coloration histologiques, vit que les bactéries se colorent comme les cellules embryonnaires dans lesquelles le noyau tient une très grande place, ou, plus exactement, comme les noyaux cellulaires eux-mêmes.

Ce sont donc les colorants dits nucléaires qui doivent surtout servir en technique bactériologique, plus que ceux qui se fixent particulièrement bien sur le protoplasma des cellules. Les couleurs d'aniline dites basiques, c'est-à-dire les sels dont la fonction colorante est propriété de leur base, sont les colorants de choix des bactéries, comme l'ont montré Weigert et surtout Ehrlich, auquel nous devons une bonne partie des progrès réalisés dans les méthodes de coloration histo-bactériologiques ; le bleu de méthylène, le violet de gentiane, la fuschine-rubine ou chlorhydrate de rosaniline, sont les colorants les plus usités en bactériologie courante.

Les microbes, comme les tissus à l'état vivant, prennent mal les matières colorantes, et il faut au préalable

un excellent milieu nutritif, se développeront abondamment ; ils constitueront alors un assemblage visible à l'œil nu alors que leurs dimensions individuelles les laissaient invisibles. Cet assemblage, c'est la colonie microbienne dont nous avons déjà parlé ; cette colonie, nous l'avons dit, a sa forme, sa couleur, son aspect spécial.

On pourra donc se rendre compte que, sur cette plaque de verre sur laquelle a été coulée la gélatine, il s'est développé deux, trois types de colonies ou même davantage. On étudiera les caractères d'une de ces colonies, on pourra la transporter dans un ballon rempli de bouillon, ou bien sur une autre plaque de gélatine et ainsi obtenir le microbe en culture pure.

Koch, nous l'avons vu, utilisait des plaques de verre sur lesquelles il étalait la gélatine ; ces plaques, il les plaçait sur des petits supports en verre et recouvrait le petit tréteau ainsi formé par une cloche de verre.

La cloche protégeait mal contre les microbes de l'air la surface de la gélatine, et celle-ci s'infectait facilement ; aussi fut-ce un nouveau progrès de la technique, quand un élève de Koch, Pétri, eut l'idée de se servir, pour couler la gélatine, de boîtes dites aujourd'hui boîtes de Pétri, formées de deux petits couvercles s'emboîtant l'un dans l'autre, comme deux couvercles de boîte à bonbons ; ces boîtes se stérilisent facilement ; les deux couvercles se recouvrant d'une façon parfaite constituent des récipients relativement hermétiques, presque totalement à l'abri des germes de l'air et qu'on peut d'autre part ouvrir avec précaution et manipuler facilement.

La gélatine est un milieu tendre sur lequel les germes se développent en donnant des colonies très caractéristiques ; elle est le milieu de choix lorsque le germe est susceptible de se développer : ce n'est le cas, malheureusement, que pour un petit nombre de germes pathogènes.

La gélatine ne reste solide qu'à une température inférieure à 25° ; or la plupart des germes pathogènes se développent mal à cette température ; ils ont besoin d'une température voisine de celle qu'ils trouvent dans le corps de l'homme ou des animaux, 37 à 38° environ ; la gélatine ne peut donc être utilisée que rarement.

La gélose. — Il fallut un nouveau progrès de technique pour surmonter cette difficulté. Au lieu de gélatine, on peut mêler au bouillon la substance d'une algue ; le milieu ainsi constitué, qui reste solide à 38° et même au-dessus de 40°, est connu dans les laboratoires sous le nom de gélose ou d'agar-agar. C'est grâce à lui qu'on peut isoler l'agent de la pneumonie, qui ne se développe pas sur la gélatine, etc.

La gélatine, la gélose ne peuvent cependant servir à l'isolement de tous les germes ; certains de ceux-ci ne se développent que sur des milieux organiques, analogues à ceux qui se trouvent dans notre organisme, en particulier que sur le sérum du sang ; c'est en utilisant le sérum de bœuf ou de cheval coagulé que Loeffler, élève de Koch, put obtenir pour la première fois l'isolement du bacille diphtérique ; c'est sur ce même milieu que Koch lui-même put obtenir enfin les premières cultures du bacille de la tuberculose qu'il avait découvert dans les crachats des phtisiques.

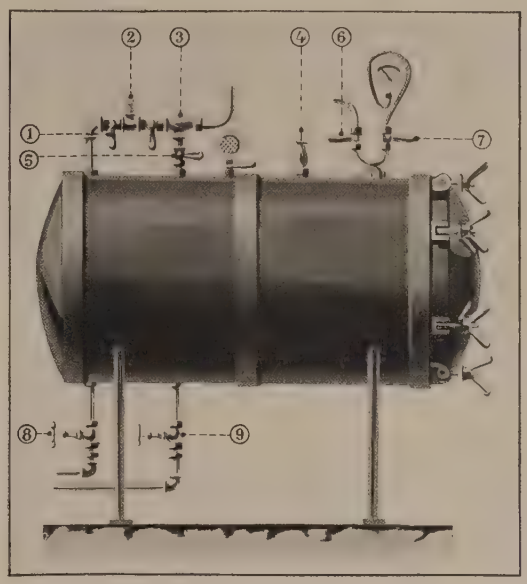


Fig. 14. — AUTOCLAVE HORIZONTAL DE GENESTE ET HERSCHER ⌀ Grand autoclave fonctionnant d'après les mêmes principes que celui représenté par la figure 13, mais qui reçoit sa vapeur d'une chaudière disposée en dehors de lui. — 1. *Robinet d'admission.* — 2. *Arrivée de vapeur.* — 3. *Aspirateur pour vide.* — 4. *Soupape.* — 5. *Robinet de commande du vide.* — 6. *Robinet de purge d'air.* — 7. *Robinet du manomètre.* — 8. *Robinet de purge de la surchauffe.* — 9. *Robinet de purge de l'autoclave.*

La gélose-ascite et la gélose au sang. — Tous les microbes ne se contentent pas encore de ce milieu et il fallut recourir à de nouveaux artifices pour les satisfaire. Pour permettre le développement du microbe de la blennorragie (gonocoque), puis de celui qui cause la méningite cérébro-spinale (méningocoque), il faut du sérum sanguin humain ou du liquide d'ascite (liquide retiré de la cavité du péritoine dans le cas de cirrhose du foie) ; en incorporant à la gélose ce sérum ou ce liquide ascitique, Wertheim put cultiver le gonocoque et plus tard Weichselbaum réussit de même avec le méningocoque. On peut, comme Bezançon l'a montré plus tard, incorporer à la gélose le sang complet de l'animal ou de l'homme et faire un milieu au sang, sang gélosé, qui peut servir à cultiver un grand nombre de germes difficiles à isoler. C'est grâce à ce milieu qu'il a pu, avec son collaborateur Griffon, isoler le bacille du chancre mou, etc.

Un certain nombre de microbes préfèrent aux milieux organiques animaux des milieux végétaux, la pomme de terre, la carotte.

La pomme de terre. — La pomme de terre est constamment utilisée pour cultiver les moisissures, et aussi le bacille de la tuberculose, qui se rapproche par tant

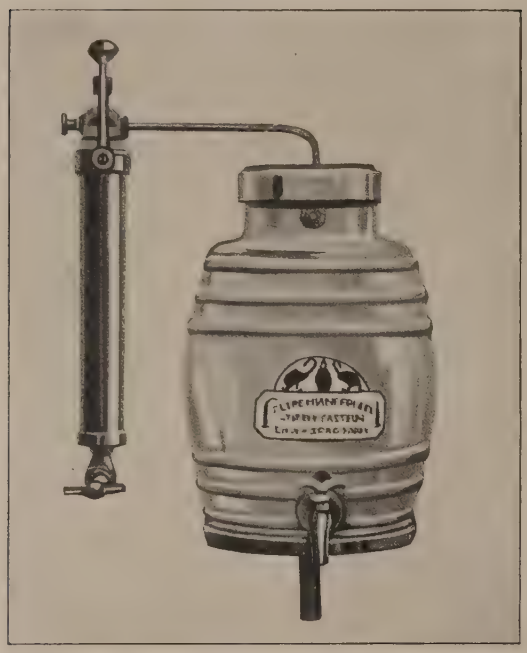


Fig. 15. — FILTRE CHAMBERLAND ⸗ Disposition d'un filtre Chamberland utilisé dans les ménages pour la filtration de l'eau potable.

de points de celles-ci. En mêlant à cette pomme de terre de la glycérine, Nocard et Roux ont constitué un milieu très pratique pour la culture du bacille tuberculeux.

Si importantes que soient les notions que nous venons de résumer sur la constitution des milieux de culture, notions dues pour la plus grande part à l'empirisme, elles cèdent le pas à des notions nouvelles qui sont en train de révolutionner nos connaissances bactériologiques et qui, sans doute, permettront dans l'avenir une grande simplification de nos méthodes.

Nous avons montré, à l'occasion des recherches de Raulin, toute l'importance de quelques éléments minéraux infinitésimaux, le zinc, le manganèse, le fer ; l'étude des milieux synthétiques, c'est-à-dire exclusivement constitués par des substances chimiques de poids rigoureusement définis, doit prendre une place de plus en plus grande dans la technique, comme l'a très judicieusement, depuis déjà bien des années, montré M. Grimbert ; cet emploi supprimera une partie des caractères contingents qui rendent si difficile, dans de nombreux cas, l'étude bactériologique.

Importance de l'acidité ou de l'alcalinité des milieux. — Il est une autre notion qui est encore plus importante, c'est la notion de l'*acidité du milieu*. Certains microbes, tels le bacille de la tuberculose et surtout les moisissures, préfèrent des milieux légèrement acides. C'est même en se servant de milieux à réaction légèrement acide qu'on peut isoler un certain nombre de parasites végétaux tels que le *Sporotrichum Beurmanni*, et certains saccharomyces. La plupart des microbes pathogènes *préfèrent des milieux légèrement alcalins*; c'est pourquoi l'adjonction de sérum ou de sang au milieu a souvent tant d'avantages.

Pendant longtemps cette question de l'acidité et de l'alcalinité est restée au second plan : on se bornait à vérifier l'acidité ou l'alcalinité au papier de tournesol. Depuis les recherches de Sörensen, il a été démontré que le titrage de l'alcalinité ou de l'acidité tel qu'il était effectué ne donnait pas l'alcalinité ou l'acidité réelles, c'est-à-dire la concentration en ions OH ou H du milieu. Aujourd'hui, la méthode de la mesure de la concentration en ions H tend à remplacer les anciennes méthodes.

Nous venons de voir l'importance de la composition du milieu, de son plus ou moins d'acidité ; d'autres facteurs interviennent encore, que nous devons rappeler.

Les étuves a culture (fig. 24 et 25). — *Température optima.* — Pour se multiplier, comme toute cellule vivante, les microbes ont besoin de chaleur : une température un peu élevée du milieu ambiant facilite singulièrement, pour la plupart des bactéries, les phénomènes de multiplication et la possibilité de formation de colonies. Chaque microbe a une température optima, une température minima au-dessous de laquelle il cesse de se développer, une température maxima au-dessus de laquelle la vie lui devient impossible.

La plupart des bactéries supportent bien des températures très basses, jusqu'à — 50° ; les spores charbonneuses peuvent résister, d'après Pictet et Yung, à une température de — 130° ; elles résistent mal, par contre, aux températures supérieures à + 52°, à + 60°.

La température optima pour les bactéries pathogènes est entre 37° et 40°; mais tous les microbes ne se comportent pas ainsi et certains microbes se développent mieux à 20° (bacille pesteux ; certains spirochètes).

Pour faciliter le développement des microbes, on met les tubes de culture dans des étuves à température constante, munies de régulateurs (étuve de Roux, d'Adnet, etc.).

La lumière ayant en général plutôt une action nocive sur les bactéries, en raison des phénomènes d'oxydation qu'elle entraîne, les cultures se font toujours dans l'obscurité.

Vitalité. — La vitalité des microbes est extrêmement variable dans la nature et dans les milieux de culture ; elle dépend des conditions de température, d'oxydation, de la qualité du milieu nutritif et enfin de l'espèce microbienne elle-même ; on peut dire d'une façon générale que la vitalité est en raison inverse du développement de la culture. Dans les milieux très favorables, le développement est abondant et rapide, mais la vitalité plutôt courte ; dans les milieux pauvres, où le développement est difficile, il semble qu'il puisse plus facilement se développer des formes de résistance qui assurent la vitalité.

Cultures aérobies et anaérobies. — Certains microbes se développent, nous l'avons dit, au contact de l'air et même ont besoin d'air pour se développer. Il

suffira, pour les cultiver, de se servir de tubes, de ballons bouchés à l'ouate, ou de plaques renfermant le milieu de culture. On recueille, avec une anse de platine préalablement portée au rouge, puis refroidie, quelques parcelles ou quelques gouttes du produit pathologique dont on veut étudier la teneur en microbes. Promener ce fil de platine sur le produit ou le tremper dans le liquide y suffisent. Puis on promène ce fil ainsi chargé à la surface des milieux solides (fig. 19 et 20), ou bien on introduit, sans aucune précaution autre que l'asepsie qui s'impose toujours, le fil de platine dans la masse des milieux liquides; la technique de ces cultures en condition d'aérobiose est très simple. Il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit de germes dits anaérobies. Comme nous l'avons dit, une des plus belles découvertes de Pasteur fut de voir qu'à côté des ferments qui agissent à l'air libre, il existe des ferments qui n'agissent qu'à l'abri de l'air (ce sont les ferments anaérobies) et que certains microbes pathogènes, tels que le vibrion septique de la gangrène gazeuse, se comportent à cet égard comme des ferments anaérobies. La culture de ces ferments ne peut être réalisée que si on expurge le milieu de l'air qu'il contient.

S'il s'agit de milieux liquides, la technique est relativement simple, il suffit de porter le liquide à l'ébullition pour le débarrasser de l'air qu'il contient ; on ferme le récipient à la lampe, ou bien on recouvre le liquide d'une couche d'huile de vaseline. On peut aussi, comme le faisait Pasteur, après avoir privé d'air le milieu, soit par l'ébullition, soit par le vide, faire barboter de l'hydrogène pour chasser toute trace d'air.

S'il s'agit, au contraire, de milieux solides, gélatine, gélose, la technique devient très difficile. Roux, avec une ingéniosité extrême, a modifié les tubes, les récipients de culture, pour les adapter à la culture des anaérobies ; la technique reste une technique à l'usage des laboratoires de recherches.

Un très grand progrès a été apporté par Liborins et par Veillon, qui nous ont donné une méthode simple et pratique qui consiste à couler de la gélose dans de longs tubes à gros calibre, à débarrasser cette gélose de l'air qu'elle contient par la chaleur à l'autoclave, de les laisser refroidir brusquement.

C'est dans cette gélose, préalablement fondue au bain-marie, qu'on introduira la semence, puis on refroidira brusquement à nouveau. La partie supérieure du tube au contact avec l'air sera une zone d'aérobiose ; la partie profonde, une zone d'anaérobiose ; entre les deux existera une zone intermédiaire.

Selon leur plus ou moins grande aptitude à vivre à l'air ou sans air, les microbes apportés pousseront dans l'une ou l'autre zone et l'on pourra ainsi, non seulement cultiver les anaérobies, mais voir s'il y a en même temps des aérobies et ce qu'on appelle des anaérobies facultatifs, c'est-à-dire des microbes qui sont susceptibles, suivant les circonstances, de s'accommoder de l'un ou l'autre état.

Si nous insistons sur cette technique, c'est que la connaissance des microbes anaérobies est d'une très grande importance en pathologie humaine, comme l'ont montré Veillon et Zuber, Rist, Guillemot, Hallé. Ils sont, en effet, la cause, comme nous le verrons, d'un grand nombre de processus putrides et gangreneux.

COMMENT ON DÉFINIT UNE ESPÈCE BACTÉRIENNE. Les caractères tirés de la morphologie, l'aspect des cultures, ne sont pas, dans le plus grand nombre des cas, suffisants pour définir l'espèce bactérienne ; pour certaines espèces, la morphologie est si spéciale qu'elle a une très grande valeur, surtout si on lui associe la recherche de la réaction colorante : ainsi, l'aspect en flamme de bougie avec belle capsule fait pressentir le pneumocoque; ainsi un aspect de diplocoque, en grains de café, joint au fait que les microbes sont groupés en petit amas, inclus dans les globules blancs, caractérise en pratique le gonocoque ou le méningocoque. Pour la plupart des autres, ce simple aspect ne suffit pas à les distinguer. Il faut d'autres méthodes.

RÉACTIONS COLORANTES. LES RÉACTIONS CHIMIQUES. — Certaines réactions colorantes ont à ce point de vue une grande valeur; nous avons vu que toutes les bactéries se colorent par les substances dérivées de l'aniline, mais elles fixent plus ou moins la couleur ; en faisant agir une solution d'iode dans l'iodure de potassium sur les préparations déjà colorées par la couleur d'aniline et en traitant ensuite la préparation par l'alcool absolu (méthode dite

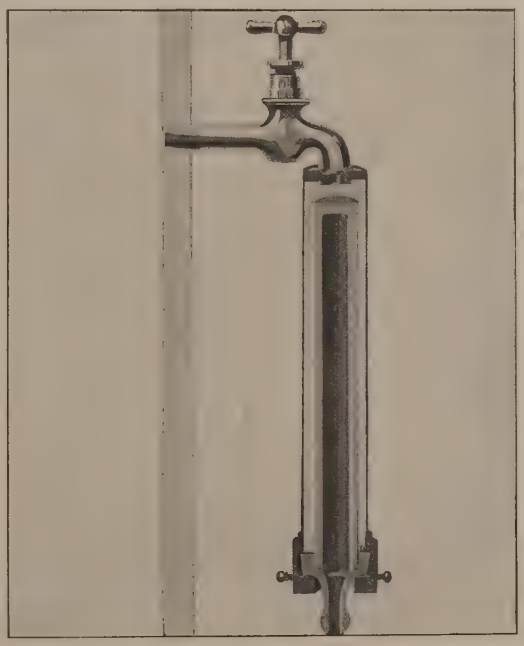


Fig. 16. — COUPE D'UN FILTRE CHAMBERLAND On voit qu'il se compose d'une bougie (en terre d'infusoire) à travers laquelle le liquide (ici l'eau) est obligé de passer, venant du robinet supérieur, pour s'écouler par la tétine inférieure. Il laisse les impuretés qu'il contient sur la bougie à travers laquelle il a ainsi filtré.

Fig. 17. — ENTONNOIR A FILTRER ▰ Cet appareil sert à filtrer et à distribuer dans les tubes la gélatine qui servira aux cultures. (Fabriqué par Lequeux.)

de *Gram*) on voit que les bactéries se divisent en deux catégories : celles qui restent colorées par la méthode de Gram, celles qui se décolorent.

Il y a là un procédé dichotomique de la plus haute importance, puisque tous les microcoques comme on dit prennent le Gram, sauf ceux du groupe méningocoque ; toutes les bactéries du genre Bacterium, par contre, se décolorent (peste, fièvre typhoïde, dysenterie, etc.).

Nous avons déjà rappelé que le bacille tuberculeux est suffisamment caractérisé par ses réactions colorantes (méthode d'*Ehrlich-Ziehl*) pour que le diagnostic de l'espèce puisse en pratique être basé sur ce seul caractère. Ce sont là des exemples typiques de l'intérêt des méthodes de coloration en cette matière.

Propriétés diastasiques. — Aux caractères morphologiques de l'élément bactérien s'associe, nous l'avons vu, celui du groupement microbien, de la colonie. Ces caractères sont cependant le plus souvent insuffisants et, pour différencier les espèces, il a fallu chercher d'autres propriétés. On a tiré parti des propriétés fermentatives des microbes. Certains d'entre eux ont des propriétés digestives, analogues aux ferments digestifs, à la trypsine ; ils peuvent ainsi digérer et liquéfier la gélatine ; toute une catégorie de bactéries liquéfient cette substance ; d'autres ne la liquéfient pas. Le staphylocoque fait partie de la première catégorie. Il liquéfie la gélatine dans les milieux de culture comme il attaque le tissu conjonctif, dans le derme, alors que le streptocoque et le pneumocoque n'accomplissent pas cette liquéfaction.

La fermentation des sucres. — Cette recherche a également un très grand intérêt au point de vue du diagnostic des espèces. L'histoire du bacille de la fièvre typhoïde nous en fournit une belle démonstration. Eberth, Gaffky avaient découvert dans les organes des typhiques un petit bâtonnet mobile, se décolorant par la méthode de Gram, ne liquéfiant pas la gélatine, et l'avaient considéré comme l'agent de la fièvre typhoïde, mais voilà qu'Escherich trouve, dans les selles normales, un microbe presque identique, le colibacille ; certains savants mettent alors en doute le rôle du bacille d'Eberth dans la fièvre typhoïde. Pour le démontrer, il fallut serrer le problème de plus près. Chantemesse et Widal montrent alors que le bacille d'Eberth se différencie facilement du colibacille par son pouvoir fermentatif ; ce dernier, en effet, fait fermenter le sucre de lait, le lactose, et le transforme en acide lactique ; le bacille d'Eberth n'a pas la même propriété.

La fièvre typhoïde, on l'a su depuis, n'est pas toujours due au bacille d'Eberth, ou du moins des races voisines, les bacilles paratyphiques A et B peuvent déterminer une maladie analogue. Ceux-ci, comme le bacille d'Eberth, ne font pas fermenter le lactose, mais alors que ce dernier, mis en contact du glucose, ne donne pas de fermentation avec gaz, les bacilles paratyphiques la provoquent.

La recherche d'une autre réaction, la *réaction de l'indol*, permet encore de séparer le bacille d'Eberth et les bacilles paratyphiques du colibacille. Le premier n'attaque pas les peptones, le tryptophane, les seconds les attaquent et libèrent une substance dite indol, qu'on peut facilement dépister en ajoutant quelques gouttes d'acide sulfurique, ce qui fait apparaître une belle coloration rose.

Les méthodes biologiques. — Si importants que soient les renseignements donnés par la morphologie, les réactions colorantes, les aspects des colonies, la recherche des propriétés fermentatives, ils ne peuvent pas toujours suffire à assurer le diagnostic ; beaucoup de microbes pathogènes sont difficiles à distinguer de microbes très voisins, inoffensifs, qu'on peut trouver dans certains cas à l'état normal dans nos cavités naturelles. Il en est ainsi pour le vibrion cholérique, très difficile à distinguer des vibrions d'aspect très voisin qu'on peut retrouver à l'état normal, ou dans des états entéritiques bénins n'ayant rien à faire avec le choléra.

C'est surtout à l'occasion de cette dernière maladie que le problème s'est posé tout d'abord ; Koch avait affirmé le rôle du bacille virgule, qu'il avait découvert, dans la pathogénie de la maladie ; la découverte de vibrions voisins dans l'intestin normal, dans les eaux, etc., vint remettre en discussion le problème de l'étiologie de la maladie.

Il fallait chercher des méthodes nouvelles. Pfeiffer et Issaeff ouvrirent la voie en proposant l'emploi d'une réaction à laquelle on a donné le nom de *réaction d'immunité*.

Réaction d'immunité. — On peut vacciner un cobaye contre le vibrion cholérique ; il devient de ce fait réfractaire au choléra. Supposons que l'on isole un vibrion

qui ressemble au vibrion cholérique. On l'injecte au cobaye vacciné contre le choléra ; s'il s'agit d'un véritable vibrion cholérique, le cobaye doit résister à cette inoculation.

La méthode n'est pas pratique et ne tarda pas à être, de la part de ses auteurs mêmes, l'objet d'une modification importante, qui peut se résumer ainsi : le sérum d'un cobaye vacciné contre le choléra, injecté à un autre cobaye sain, le protège contre l'inoculation subséquente d'un vibrion cholérique vrai et est sans effet contre un autre microbe.

Phénomène de Pfeiffer. — La réaction d'immunité n'est plus employée, mais elle a été l'origine de découvertes du plus vif intérêt théorique et pratique. Pfeiffer, injectant dans le péritoine d'un cobaye vacciné contre le vibrion cholérique ce vibrion même, vit que celui-ci, au lieu de rester mobile et de pulluler (comme c'est le cas quand on l'injecte dans le péritoine d'un animal sain), s'immobilise et se transforme en granulations. Ce phénomène est connu sous le nom de phénomène de Pfeiffer ou de la transformation en granules.

Metchnikoff montra que ce phénomène ne s'accomplit pas seulement dans le péritoine d'un animal, mais encore dans un simple tube de verre, lorsqu'on mélange du sérum frais d'animal vacciné contre le choléra avec des vibrions cholériques.

L'étude du phénomène a conduit Bordet à l'étude de deux phénomènes nouveaux, le phénomène de l'agglutination, celui de la fixation du complément.

Phénomène de l'agglutination. — Si l'on mélange, en effet, des vibrions cholériques et du sérum frais d'animal vacciné contre le choléra, avant que n'apparaisse le phénomène de la transformation en granules, les vibrions, qui sont extrêmement mobiles, commencent par s'immobiliser, puis se rapprochent les uns des autres, en petits amas, autrement dit s'agglutinent.

Le phénomène de l'agglutination est un phénomène très général, alors que celui de la transformation en granules ne s'observe guère que pour le vibrion cholérique. Dans le plus grand nombre des cas, le sérum d'un animal vacciné contre un microbe agglutine ce microbe, et il est facile de se rendre compte du phénomène en diluant une colonie microbienne dans le sérum même (lui-même dilué dans l'eau salée à 1 p. 100) : on voit se produire un véritable précipité ; l'examen au microscope révèle que ce précipité est en réalité constitué par les microbes rassemblés, agglutinés.

Le phénomène de l'agglutination, découvert par Bordet, a été immédiatement utilisé par Gruber et Durham pour le diagnostic différentiel d'espèces voisines.

Prenons l'exemple du vibrion cholérique ; on a isolé dans les selles d'un malade un vibrion qui ressemble au vibrion cholérique, on veut le différencier de vibrions qui lui ressemblent. On le soumet à l'action du sérum d'animal réfractaire au choléra. S'il est agglutiné, c'est qu'il s'agit bien d'un vrai vibrion cholérique; s'il n'est pas agglutiné, c'est qu'il s'agit d'un faux vibrion.

Le procédé est aujourd'hui devenu usuel en bactériologie et c'est le meilleur moyen de porter un diagnostic, de savoir si l'on est en présence d'un vibrion cholérique, d'un bacille typhique, etc., dans les cas douteux, c'est-à-dire d'affirmer, au début d'une épidémie, la nature de l'infection et de déterminer, en connaissance de cause, les mesures prophylactiques nécessaires.

La spécificité d'action du sérum sur le vibrion est si grande qu'elle permet non seulement de séparer des espèces voisines, mais encore des races d'une même espèce.

On sait aujourd'hui, pour ne prendre que cet exemple, qu'il existe plusieurs races du microbe de la méningite cérébro-spinale ; ces races ont une même forme, donnent des colonies semblables sur les milieux de culture, font fermenter les mêmes sucres ; elles se distinguent cependant facilement en ce que le microbe isolé n'est agglutiné que par le sérum des animaux préparés au moyen d'un échantillon de même race et non par le sérum d'un animal préparé au moyen d'une des autres races. Cette précision de la race n'a pas qu'un intérêt scientifique, elle a aussi un intérêt pratique. Dans le cas choisi de la méningite cérébro-spinale, il existe, en effet, contre chacune des races de méningocoque, un sérum antiméningococcique spécial, et si ce sérum agit utilement vis-à-vis de toutes les races, son rôle bienfaisant est beaucoup plus accentué vis-à-vis de la race microbienne correspondante.

L'application la plus connue du phénomène de l'agglutination au diagnostic des maladies est le séro-diagnostic de la fièvre typhoïde (et de quelques autres infections), dont l'initiateur fut Widal.

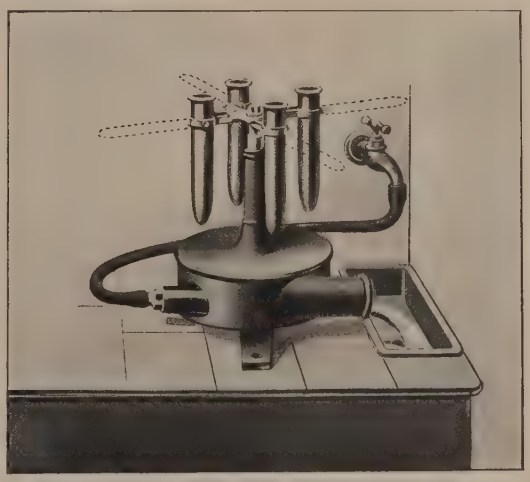


Fig. 18. — CENTRIFUGEUR HYDRAULIQUE ⌀ Les appareils de ce genre sont destinés à concentrer, grâce à la force centrifuge, dans le fond des tubes qu'il comporte, les parties tenues en suspension dans les liquides. Le « culot » obtenu ainsi dans les tubes est d'un examen plus fécond que le liquide tout entier. — Le pointillé indique la position prise par les tubes quand le centrifugeur tourne. Ici la force qui le fait tourner est hydraulique, mais elle peut être mécanique (à main), électrique, etc. (Fabriqué par Lequeux.)

Fig. 19. — ENSEMENCEMENT SUR BOITES DU Dr ROUX
(Service du Dr Martin, Institut Pasteur.)

Réaction de la fixation du complément. — Le sérum d'un animal vacciné (ou infecté, comme l'a montré Widal) est doué non seulement de l'aptitude agglutinative, vis-à-vis du microbe en cause, mais d'une propriété singulière, découverte par Bordet, la propriété de se porter sur ce microbe, de le sensibiliser, pour ainsi dire (sensibilisatrice), et, servant ainsi d'intermédiaire, de permettre à une substance qui se trouve dans tous les sérums, même normaux, l'alexine, de venir se fixer sur le microbe, alors que cette alexine est incapable de se fixer de la sorte, lorsque l'intermédiaire (ici le sérum d'animal vacciné ou infecté) n'est pas présent.

Pour bien faire comprendre le phénomène, il est nécessaire de faire une légère digression. Quand on saigne un animal, le sang se coagule et il transsude ce qu'on appelle le sérum. Le sérum des animaux, lorsqu'il est frais, a des propriétés très curieuses qui disparaissent quand il est vieilli, ou quand on le fait chauffer à 56°. C'est ainsi que le sérum frais du lapin, mis en contact avec le microbe du charbon, le transforme en petits grains et semble le détruire ; on en a conclu que ce sérum avait des *propriétés bactéricides*, et que ces propriétés bactéricides étaient dues à une substance qui a été appelée alexine et qui est détruite par le vieillissement et la chaleur.

Les propriétés bactéricides des sérums des animaux sains sont exceptionnelles ; mais il est bien réel qu'il existe dans tout sérum normal une substance (il serait plus exact de dire une propriété) qui a pour effet principal de s'attaquer à tous les corps étrangers vivants, microbes, globules du sang d'espèces animales étrangères, etc., qui sont introduits dans le sérum.

Cette propriété est pour ainsi dire à l'état virtuel dans le sang normal, mais elle se développe lorsqu'on a exposé à plusieurs reprises l'animal à subir une agression par un microbe ou par des globules rouges.

Voici, pour prendre un exemple simple, du sérum d'un cobaye normal, mis en contact avec des vibrions du choléra. Il n'a aucune action appréciable sur eux. Voici du sérum d'un lapin normal ; introduisons, dans ce sérum de lapin, des globules rouges de mouton, ceux-ci ne sont pas modifiés.

Mais injectons sous la peau à plusieurs reprises, à notre cobaye, des vibrions cholériques tués par la chaleur ; injectons à notre lapin, sous la peau, des globules rouges de mouton ; le sérum de ce cobaye ou de ce lapin va se comporter différemment : le sérum de cobaye va transformer en granules les vibrions cholériques, le sérum de lapin va hémolyser (autrement dit dissoudre) les globules rouges.

Or, dans l'un et l'autre cas, il aura suffi de chauffer le sérum à 56° pour que la propriété lytique (de dissolution) disparaisse, mais le sérum ainsi chauffé ne sera pas pour cela revenu à l'état de sérum neuf, il aura gardé la propriété nouvelle lytique, acquise par l'animal à la suite des agressions répétées, soit de vibrions cholériques, soit de globules rouges, mais celle-ci sera masquée ; pour la mettre en évidence, il faudra ajouter à ce sérum chauffé un peu de sérum frais de cobaye, de ce sérum qui à lui seul aurait été incapable de transformer les vibrions en granules et d'hémolyser les globules rouges.

Il faut donc, pour se rendre compte des faits, admettre, comme l'a montré Bordet, l'existence dans le sérum d'un animal préparé, de *deux substances* : l'une qui existe dans tous les sérums quels qu'ils soient, même à l'état normal, et qu'on appelle aujourd'hui l'*alexine* ou *complément* ; l'autre, qui n'existe pas dans les sérums normaux, qui ne se développe dans l'être que lorsque celui-ci a subi une agression et que l'on appelle aujourd'hui, dans notre jargon scientifique, un *anticorps*. C'est cette substance que Bordet a appelée une *sensibilisatrice*, voulant montrer par là que si, à elle seule, elle est incapable de détruire, elle sensibilise le corps introduit dans le sérum (Ehrlich lui a donné le nom de substance intermédiaire).

Ehrlich a montré en effet que cette substance, qui s'est développée au cours de l'agression, va se porter, va se fixer sur l'élément même de l'agression, lorsqu'elle sera mise au contact de celui-ci ; ainsi, lorsque l'on met des vibrions cholériques dans du sérum, chauffé à 56°, de cobaye ayant reçu au préalable des injections de vibrions cholériques tués, la sensibilisatrice contenue dans le sérum va se porter sur les vibrions et disparaître du sérum, mais ne manifester aucune action dissolvante.

Si enfin, à ce mélange de vibrions et de sérum de cobaye, on ajoute du sérum frais de cobaye, l'alexine contenue dans ce sérum, à son tour, par l'intermédiaire de la sensibilisatrice préalablement fixée sur les vibrions, va se porter et se fixer elle-même sur ceux-ci et les transformer en granules, ou bien, s'il s'est agi de sérum de lapin ayant reçu des injections de globules rouges, ceux-ci vont s'hémolyser et le liquide va devenir rouge-cerise.

Sans doute, aujourd'hui, nous savons qu'il n'existe

pas, à proprement parler, de substances, que ce ne sont là que des propriétés physiques des sérums, se ramenant sans doute à des conflits de substances colloïdales; mais, quelle que soit la théorie, les faits restent complètement acquis, et, en dehors de l'intérêt doctrinal considérable des faits, il en est résulté des méthodes de la plus grande utilité pour le diagnostic de l'espèce microbienne et aussi, comme nous le verrons par la suite, pour le diagnostic même des maladies.

Dans la pratique, pour mettre le phénomène en évidence, on utilise la technique suivante : on met dans un tube le microbe, le sérum d'animal infecté, chauffé à 56°, et du sérum de cobaye frais (très riche en cette substance qu'on appelle alexine ou complément). L'alexine, par l'intermédiaire du sérum d'animal infecté, va se porter sur le microbe et disparaître du tube de culture; pour se rendre compte de sa disparition, on utilise un dispositif très ingénieux, découvert par Bordet. On y ajoute ce qu'on appelle un couple hémolytique, c'est-à-dire un mélange de globules rouges de mouton et de sérum de lapin ayant reçu à plusieurs reprises des globules rouges de mouton (qu'on appelle sérum lapin-anti-mouton). Nous savons déjà que, dans ce couple, la sensibilisatrice du sérum s'est portée sur le globule rouge et l'a sensibilisé et qu'il suffira qu'il y ait de l'alexine libre pour que la dissolution du globule se fasse. Or, dans notre expérience, elle ne se produira pas, puisque toute l'alexine aura déjà été fixée par les vibrions dans le premier temps du phénomène.

Supposons au contraire (et ici nous revenons au diagnostic des espèces microbiennes) que dans les selles d'un individu atteint de diarrhée profuse, que l'on redoute être de nature cholérique, on ait isolé un vibrion. Nous avons mis ce vibrion au contact du sérum d'animal vacciné contre le choléra et d'alexine. Nous ajoutons ensuite notre couple hémolytique, l'hémolyse se produit. C'est qu'il ne s'agissait pas de vibrion cholérique, car s'il s'était agi de ce dernier, toute l'alexine se serait déjà fixée sur le vibrion et il n'en serait pas resté dans le sérum; par conséquent, il ne se serait pas produit d'hémolyse. Or, l'hémolyse se reconnaît à la coloration que prennent les liquides en expérience.

La méthode de déviation appliquée au diagnostic des espèces est moins souvent employée que la réaction d'agglutination ; elle peut cependant servir en pratique dans certains cas pour le diagnostic du microbe de la coqueluche. En outre, nous verrons quelle place elle prend en médecine pour le diagnostic des maladies, puisque c'est sur elle qu'est basée la méthode de sérodiagnostic de la syphilis, la méthode dite de Wassermann, qui doit s'appeler légitimement la réaction de Bordet-Wassermann.

CHAPITRE III

LES FONCTIONS MICROBIENNES

ROLE DES MICROBES DANS LA NATURE

Les bactéries sont répandues en quantité innombrable dans la nature, dans le sol, dans l'eau, dans l'air, à la surface des plantes, dans le corps des animaux. La crainte des microbes nuisibles, par suite de nos tendances anthropocentristes, nous a fait oublier les microbes bienfaisants ou, pour mieux dire en évitant toute tendance finaliste, les propriétés mêmes des microbes en général.

LES MICROBES DU SOL. C'est une tâche qui ne manque pas de grandeur que celle de préciser le rôle des microbes du sol. Roux a consacré autrefois à ce sujet d'admirables leçons restées inédites. Burnet, dans son beau livre *Microbes et Toxines*, a retracé, pour les microbes, le cycle du carbone et de l'azote.

On a cru longtemps que la transformation des matières organiques résiduelles, des végétaux, des cadavres d'animaux, qui aboutissent à la formation de l'humus, était un phénomène d'ordre chimique, une sorte de combustion lente.

On sait aujourd'hui que ces phénomènes sont d'ordre biologique. « La terre, a dit Berthelot, est quelque chose de vivant. » Le sol est le grand réservoir des microbes ; les microbes de l'air ne sont que des microbes de la surface du sol, soulevés par les vents, et les microbes de l'eau ne sont que des microbes du sol, entraînés par la pluie en petit nombre, pouvant s'adapter à la vie aquatique.

Ameublissement du sol et formation de la terre arable. — Les microbes jouent un rôle important dans l'ameublissement du sol et la formation de la terre arable ; ils complètent l'action de la pluie, des algues, des lichens, dans la désagrégation des roches. C'est ainsi que s'émiettent progressivement les roches calcaires, les feldspaths, les calcaires schisteux noirs et friables, dits roches pourries ; il y a ainsi, selon l'expression de Burnet, une sorte de putréfaction de la roche.

Mais le véritable rôle des microbes du sol est de décomposer la matière vivante et de permettre sa rénovation.

Les microbes décomposent les cadavres des végétaux et des animaux et bientôt, sans eux, la surface du sol

serait rendue inhabitable aux plantes et aux animaux, ce sont les véritables *agents de salubrité* de la surface de la terre.

En débarrassant la surface de la terre des matériaux qui l'encombrent, les microbes jouent encore un autre rôle : ils font rentrer en circulation les éléments hydrocarbonés et azotés qui ont servi à constituer la substance même des animaux et des plantes, et préparent ainsi les substances élémentaires qui vont servir à la vie des plantes et secondairement à celle des animaux.

Ils font partie intégrante de ce cycle plante-animal, animal-plante qui permet à la vie de se perpétuer en usant toujours des mêmes matériaux primordiaux ; ils constituent pour ainsi dire le chaînon intermédiaire du cycle.

Pour accomplir ce rôle de désintégration de la matière vivante, d'innombrables germes interviennent, chaque moisissure, chaque bactérie, ayant une fonction nettement définie et spécialisée ; cette fonction remplie, la bactérie cède la place à de nouvelles bactéries, qui vont continuer la dégradation des molécules, jusqu'à leur transformation en substances élémentaires, capables, à leur tour, de servir à la nutrition des plantes et aux phénomènes de synthèse.

Fermentation des substances ternaires. — Les cadavres des végétaux sont surtout constitués par de la cellulose, des sucres, de l'amidon, des albumines végétales ; si la feuille, l'écorce n'étaient pas toujours décomposées et détruites, la terre serait encombrée de déchets. Les moisissures, du vivant de la plante, s'installent sur l'écorce ; la plante morte, elles envahissent ses tissus, consomment d'abord les sucres, attaquent ensuite la cellulose. Le bacille *amylobacter*, qui est si répandu sur les végétaux, donne avec la cellulose de l'hydrogène, de l'acide carbonique, de l'acide butyrique.

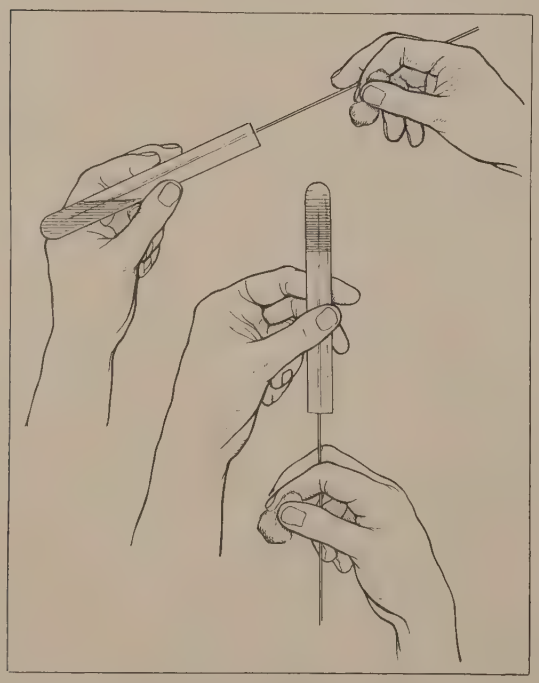


Fig. 20. — TECHNIQUE D'ENSEMENCEMENT. On voit ici deux façons d'ensemencer les milieux de culture à l'aide d'un fil de platine qui a recueilli les matières à examiner. *En bas :* Ensemencement par piqûre de la gélatine. — *En haut :* Ensemencement par stries à la surface inclinée de cette gélatine. (Moreaux, del.)

Le phénomène du rouissage du chanvre et du lin est dû à la fermentation de la pectose qui se trouve associée à la cellulose dans les parois et les interstices des cellules végétales.

Une expérience bien simple montre l'activité des ferments contenus dans le purin de ferme ; si on ensemence avec quelques gouttes de purin un liquide renfermant de la filasse de lin, on obtient une décomposition rapide de cette filasse.

Fermentation des matières azotées. — Des phénomènes de même ordre s'accomplissent au niveau des matières azotées, plus accessibles à nos sens que les fermentations des substances ternaires, car les phénomènes de putréfaction s'accompagnent de la production de gaz fétides.

Là encore, la dislocation de la molécule azotée ne peut se faire que par étapes, par échelons successifs, et à chaque échelon correspondent plusieurs espèces déterminées.

Le rôle d'agent de putréfaction fut longtemps attribué à des microbes aérobies de l'intestin, au colibacille, au *Proteus vulgaris*. Leur intervention est insignifiante ; le véritable rôle, comme l'a montré Pasteur dans ses beaux travaux sur la fermentation butyrique et sur la putréfaction par le vibrion septique, est joué par des microbes anaérobies.

La dislocation de la matière azotée ne peut d'ailleurs se faire que par étapes successives et, comme l'ont montré les travaux de Tissier et Martelli pour la putréfaction de la viande, à chaque échelon correspondent des espèces nettement déterminées.

Ce sont d'abord des ferments capables d'attaquer la molécule albuminoïde, des ferments dits protéolytiques, parmi lesquels le *Bacillus putreficus coli*, de Bienstock ; le *Bacillus sporogenes*, le *Bacillus perfringens*, puis la matière une fois dégradée, parvenue à l'état de peptones, interviennent d'autres ferments peptolytiques dissolvant de la peptone qui pourront la réduire en ses éléments primordiaux, accomplissant ainsi un rôle analogue à celui que jouent les diastases, la trypsine en particulier, dans notre organisme.

Ferments nitriques. — Le rôle des bactéries, des ferments, n'est d'ailleurs pas seulement un rôle de dégradation de la matière ; d'autres bactéries du sol jouent un rôle de synthèse.

Les nitrates sont l'aliment azoté que les végétaux préfèrent. Comment se fait la transformation en nitrate de l'ammoniaque, résidu des putréfactions?

On a cru longtemps que les sels ammoniacaux s'oxydaient au contact du sol par action chimique, par action

un excellent milieu nutritif, se développeront abondamment ; ils constitueront alors un assemblage visible à l'œil nu alors que leurs dimensions individuelles les laissaient invisibles. Cet assemblage, c'est la colonie microbienne dont nous avons déjà parlé ; cette colonie, nous l'avons dit, a sa forme, sa couleur, son aspect spécial.

On pourra donc se rendre compte que, sur cette plaque de verre sur laquelle a été coulée la gélatine, il s'est développé deux, trois types de colonies ou même davantage. On étudiera les caractères d'une de ces colonies, on pourra la transporter dans un ballon rempli de bouillon, ou bien sur une autre plaque de gélatine et ainsi obtenir le microbe en culture pure.

Koch, nous l'avons vu, utilisait des plaques de verre sur lesquelles il étalait la gélatine ; ces plaques, il les plaçait sur des petits supports en verre et recouvrait le petit tréteau ainsi formé par une cloche de verre.

La cloche protégeait mal contre les microbes de l'air la surface de la gélatine, et celle-ci s'infectait facilement ; aussi fut-ce un nouveau progrès de la technique, quand un élève de Koch, Pétri, eut l'idée de se servir, pour couler la gélatine, de boîtes dites aujourd'hui boîtes de Pétri, formées de deux petits couvercles s'emboîtant l'un dans l'autre, comme deux couvercles de boîte à bonbons ; ces boîtes se stérilisent facilement ; les deux couvercles se recouvrant d'une façon parfaite constituent des récipients relativement hermétiques, presque totalement à l'abri des germes de l'air et qu'on peut d'autre part ouvrir avec précaution et manipuler facilement.

La gélatine est un milieu tendre sur lequel les germes se développent en donnant des colonies très caractéristiques ; elle est le milieu de choix lorsque le germe est susceptible de se développer : ce n'est le cas, malheureusement, que pour un petit nombre de germes pathogènes.

La gélatine ne reste solide qu'à une température inférieure à 25° ; or la plupart des germes pathogènes se développent mal à cette température ; ils ont besoin d'une température voisine de celle qu'ils trouvent dans le corps de l'homme ou des animaux, 37 à 38° environ ; la gélatine ne peut donc être utilisée que rarement.

La gélose. — Il fallut un nouveau progrès de technique pour surmonter cette difficulté. Au lieu de gélatine, on peut mêler au bouillon la substance d'une algue ; le milieu ainsi constitué, qui reste solide à 38° et même au-dessus de 40°, est connu dans les laboratoires sous le nom de gélose ou d'agar-agar. C'est grâce à lui qu'on peut isoler l'agent de la pneumonie, qui ne se développe pas sur la gélatine, etc.

La gélatine, la gélose ne peuvent cependant servir à l'isolement de tous les germes ; certains de ceux-ci ne se développent que sur des milieux organiques, analogues à ceux qui se trouvent dans notre organisme, en particulier que sur le sérum du sang ; c'est en utilisant le sérum de bœuf ou de cheval coagulé que Loeffler, élève de Koch, put obtenir pour la première fois l'isolement du bacille diphtérique ; c'est sur ce même milieu que Koch lui-même put obtenir enfin les premières cultures du bacille de la tuberculose qu'il avait découvert dans les crachats des phtisiques.

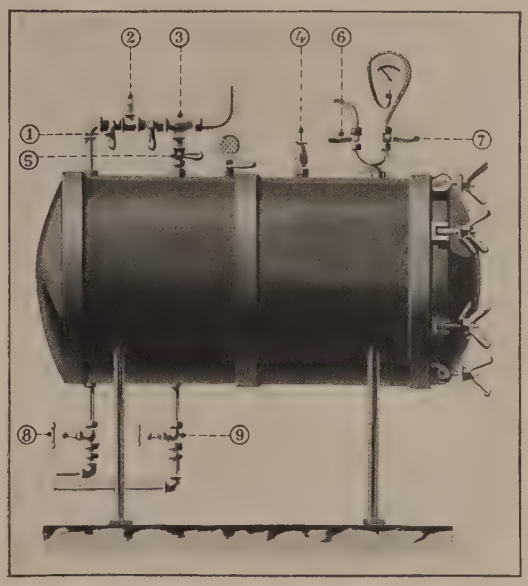


Fig. 14. — AUTOCLAVE HORIZONTAL DE GENESTE ET HERSCHER. Grand autoclave fonctionnant d'après les mêmes principes que celui représenté par la figure 13, mais qui reçoit sa vapeur d'une chaudière disposée en dehors de lui. — 1. *Robinet d'admission.* — 2. *Arrivée de vapeur.* — 3. *Aspirateur pour vide.* — 4. *Soupape.* — 5. *Robinet de commande du vide.* — 6. *Robinet de purge d'air.* — 7. *Robinet du manomètre.* — 8. *Robinet de purge de la surchauffe.* — 9. *Robinet de purge de l'autoclave.*

La gélose-ascite et la gélose au sang. — Tous les microbes ne se contentent pas encore de ce milieu et il fallut recourir à de nouveaux artifices pour les satisfaire. Pour permettre le développement du microbe de la blennorragie (gonocoque), puis de celui qui cause la méningite cérébro-spinale (méningocoque), il faut du sérum sanguin humain ou du liquide d'ascite (liquide retiré de la cavité du péritoine dans le cas de cirrhose du foie) ; en incorporant à la gélose ce sérum ou ce liquide ascitique, Wertheim put cultiver le gonocoque et plus tard Weichselbaum réussit de même avec le méningocoque. On peut, comme Bezançon l'a montré plus tard, incorporer à la gélose le sang complet de l'animal ou de l'homme et faire un milieu au sang, sang gélosé, qui peut servir à cultiver un grand nombre de germes difficiles à isoler. C'est grâce à ce milieu qu'il a pu, avec son collaborateur Griffon, isoler le bacille du chancre mou, etc.

Un certain nombre de microbes préfèrent aux milieux organiques animaux des milieux végétaux, la pomme de terre, la carotte.

La pomme de terre. — La pomme de terre est constamment utilisée pour cultiver les moisissures, et aussi le bacille de la tuberculose, qui se rapproche par tant

Fig. 15. — FILTRE CHAMBERLAND ⌀ Disposition d'un filtre Chamberland utilisé dans les ménages pour la filtration de l'eau potable.

de points de celles-ci. En mêlant à cette pomme de terre de la glycérine, Nocard et Roux ont constitué un milieu très pratique pour la culture du bacille tuberculeux.

Si importantes que soient les notions que nous venons de résumer sur la constitution des milieux de culture, notions dues pour la plus grande part à l'empirisme, elles cèdent le pas à des notions nouvelles qui sont en train de révolutionner nos connaissances bactériologiques et qui, sans doute, permettront dans l'avenir une grande simplification de nos méthodes.

Nous avons montré, à l'occasion des recherches de Raulin, toute l'importance de quelques éléments minéraux infinitésimaux, le zinc, le manganèse, le fer ; l'étude des milieux synthétiques, c'est-à-dire exclusivement constitués par des substances chimiques de poids rigoureusement définis, doit prendre une place de plus en plus grande dans la technique, comme l'a très judicieusement, depuis déjà bien des années, montré M. Grimbert ; cet emploi supprimera une partie des caractères contingents qui rendent si difficile, dans de nombreux cas, l'étude bactériologique.

Importance de l'acidité ou de l'alcalinité des milieux. — Il est une autre notion qui est encore plus importante, c'est la notion de l'*acidité du milieu*. Certains microbes, tels le bacille de la tuberculose et surtout les moisissures, préfèrent des milieux légèrement acides. C'est même en se servant de milieux à réaction légèrement acide qu'on peut isoler un certain nombre de parasites végétaux tels que le *Sporotrichum Beurmanni*, et certains saccharomyces. La plupart des microbes pathogènes *préfèrent des milieux légèrement alcalins*; c'est pourquoi l'adjonction de sérum ou de sang au milieu a souvent tant d'avantages.

Pendant longtemps cette question de l'acidité et de l'alcalinité est restée au second plan : on se bornait à vérifier l'acidité ou l'alcalinité au papier de tournesol. Depuis les recherches de Sörensen, il a été démontré que le titrage de l'alcalinité ou de l'acidité tel qu'il était effectué ne donnait pas l'alcalinité ou l'acidité réelles, c'est-à-dire la concentration en ions OH ou H du milieu. Aujourd'hui, la méthode de la mesure de la concentration en ions H tend à remplacer les anciennes méthodes.

Nous venons de voir l'importance de la composition du milieu, de son plus ou moins d'acidité ; d'autres facteurs interviennent encore, que nous devons rappeler.

Les étuves a culture (fig. 24 et 25). — *Température optima.* — Pour se multiplier, comme toute cellule vivante, les microbes ont besoin de chaleur : une température un peu élevée du milieu ambiant facilite singulièrement, pour la plupart des bactéries, les phénomènes de multiplication et la possibilité de formation de colonies. Chaque microbe a une température optima, une température minima au-dessous de laquelle il cesse de se développer, une température maxima au-dessus de laquelle la vie lui devient impossible.

La plupart des bactéries supportent bien des températures très basses, jusqu'à — 50° ; les spores charbonneuses peuvent résister, d'après Pictet et Yung, à une température de — 130° ; elles résistent mal, par contre, aux températures supérieures à + 52°, à + 60°.

La température optima pour les bactéries pathogènes est entre 37° et 40°; mais tous les microbes ne se comportent pas ainsi et certains microbes se développent mieux à 20° (bacille pesteux ; certains spirochètes).

Pour faciliter le développement des microbes, on met les tubes de culture dans des étuves à température constante, munies de régulateurs (étuve de Roux, d'Adnet, etc.).

La lumière ayant en général plutôt une action nocive sur les bactéries, en raison des phénomènes d'oxydation qu'elle entraîne, les cultures se font toujours dans l'obscurité.

Vitalité. — La vitalité des microbes est extrêmement variable dans la nature et dans les milieux de culture ; elle dépend des conditions de température, d'oxydation, de la qualité du milieu nutritif et enfin de l'espèce microbienne elle-même ; on peut dire d'une façon générale que la vitalité est en raison inverse du développement de la culture. Dans les milieux très favorables, le développement est abondant et rapide, mais la vitalité plutôt courte ; dans les milieux pauvres, où le développement est difficile, il semble qu'il puisse plus facilement se développer des formes de résistance qui assurent la vitalité.

Cultures aérobies et anaérobies. — Certains microbes se développent, nous l'avons dit, au contact de l'air et même ont besoin d'air pour se développer. Il

suffira, pour les cultiver, de se servir de tubes, de ballons bouchés à l'ouate, ou de plaques renfermant le milieu de culture. On recueille, avec une anse de platine préalablement portée au rouge, puis refroidie, quelques parcelles ou quelques gouttes du produit pathologique dont on veut étudier la teneur en microbes. Promener ce fil de platine sur le produit ou le tremper dans le liquide y suffisent. Puis on promène ce fil ainsi chargé à la surface des milieux solides (fig. 19 et 20), ou bien on introduit, sans aucune précaution autre que l'asepsie qui s'impose toujours, le fil de platine dans la masse des milieux liquides; la technique de ces cultures en condition d'aérobiose est très simple. Il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit de germes dits anaérobies. Comme nous l'avons dit, une des plus belles découvertes de Pasteur fut de voir qu'à côté des ferments qui agissent à l'air libre, il existe des ferments qui n'agissent qu'à l'abri de l'air (ce sont les ferments anaérobies) et que certains microbes pathogènes, tels que le vibrion septique de la gangrène gazeuse, se comportent à cet égard comme des ferments anaérobies. La culture de ces ferments ne peut être réalisée que si on expurge le milieu de l'air qu'il contient.

S'il s'agit de milieux liquides, la technique est relativement simple, il suffit de porter le liquide à l'ébullition pour le débarrasser de l'air qu'il contient ; on ferme le récipient à la lampe, ou bien on recouvre le liquide d'une couche d'huile de vaseline. On peut aussi, comme le faisait Pasteur, après avoir privé d'air le milieu, soit par l'ébullition, soit par le vide, faire barboter de l'hydrogène pour chasser toute trace d'air.

S'il s'agit, au contraire, de milieux solides, gélatine, gélose, la technique devient très difficile. Roux, avec une ingéniosité extrême, a modifié les tubes, les récipients de culture, pour les adapter à la culture des anaérobies ; la technique reste une technique à l'usage des laboratoires de recherches.

Un très grand progrès a été apporté par Liborins et par Veillon, qui nous ont donné une méthode simple et pratique qui consiste à couler de la gélose dans de longs tubes à gros calibre, à débarrasser cette gélose de l'air qu'elle contient par la chaleur à l'autoclave, de les laisser refroidir brusquement.

C'est dans cette gélose, préalablement fondue au bain-marie, qu'on introduira la semence, puis on refroidira brusquement à nouveau. La partie supérieure du tube au contact avec l'air sera une zone d'aérobiose ; la partie profonde, une zone d'anaérobiose ; entre les deux existera une zone intermédiaire.

Selon leur plus ou moins grande aptitude à vivre à l'air ou sans air, les microbes apportés pousseront dans l'une ou l'autre zone et l'on pourra ainsi, non seulement cultiver les anaérobies, mais voir s'il y a en même temps des aérobies et ce qu'on appelle des anaérobies facultatifs, c'est-à-dire des microbes qui sont susceptibles, suivant les circonstances, de s'accommoder de l'un ou l'autre état.

Si nous insistons sur cette technique, c'est que la connaissance des microbes anaérobies est d'une très grande importance en pathologie humaine, comme l'ont montré Veillon et Zuber, Rist, Guillemot, Hallé. Ils sont, en effet, la cause, comme nous le verrons, d'un grand nombre de processus putrides et gangreneux.

COMMENT ON DÉFINIT UNE ESPÈCE BACTÉRIENNE. ▰ ▰ Les caractères tirés de la morphologie, l'aspect des cultures, ne sont pas, dans le plus grand nombre des cas, suffisants pour définir l'espèce bactérienne ; pour certaines espèces, la morphologie est si spéciale qu'elle a une très grande valeur, surtout si on lui associe la recherche de la réaction colorante : ainsi, l'aspect en flamme de bougie avec belle capsule fait pressentir le pneumocoque; ainsi un aspect de diplocoque, en grains de café, joint au fait que les microbes sont groupés en petit amas, inclus dans les globules blancs, caractérise en pratique le gonocoque ou le méningocoque. Pour la plupart des autres, ce simple aspect ne suffit pas à les distinguer. Il faut d'autres méthodes.

RÉACTIONS COLORANTES. LES RÉACTIONS CHIMIQUES. — Certaines réactions colorantes ont à ce point de vue une grande valeur; nous avons vu que toutes les bactéries se colorent par les substances dérivées de l'aniline, mais elles fixent plus ou moins la couleur ; en faisant agir une solution d'iode dans l'iodure de potassium sur les préparations déjà colorées par la couleur d'aniline et en traitant ensuite la préparation par l'alcool absolu (méthode dite

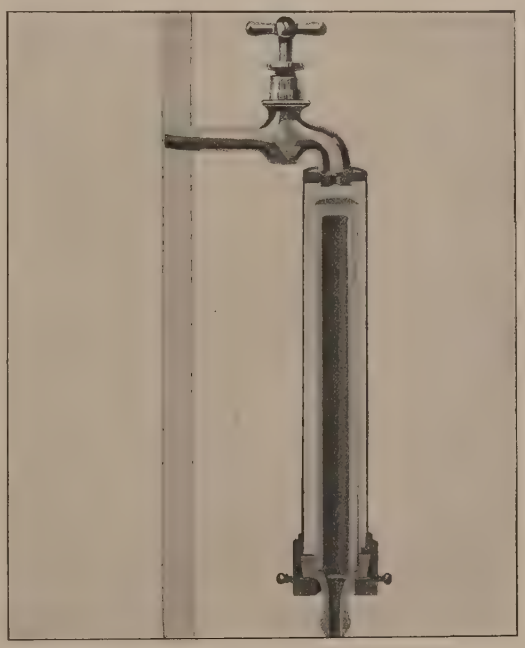


Fig. 16. — COUPE D'UN FILTRE CHAMBERLAND ▰ On voit qu'il se compose d'une bougie (en terre d'infusoire) à travers laquelle le liquide (ici l'eau) est obligé de passer, venant du robinet supérieur, pour s'écouler par la tétine inférieure. Il laisse les impuretés qu'il contient sur la bougie à travers laquelle il a ainsi filtré.

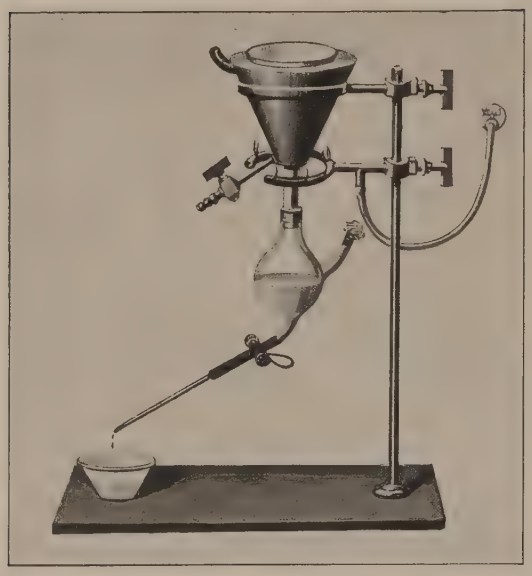


Fig. 17. — ENTONNOIR A FILTRER. Cet appareil sert à filtrer et à distribuer dans les tubes la gélatine qui servira aux cultures. (Fabriqué par Lequeux.)

de *Gram*) on voit que les bactéries se divisent en deux catégories : celles qui restent colorées par la méthode de Gram, celles qui se décolorent.

Il y a là un procédé dichotomique de la plus haute importance, puisque tous les microcoques comme on dit prennent le Gram, sauf ceux du groupe méningocoque ; toutes les bactéries du genre Bacterium, par contre, se décolorent (peste, fièvre typhoïde, dysenterie, etc.).

Nous avons déjà rappelé que le bacille tuberculeux est suffisamment caractérisé par ses réactions colorantes (méthode d'*Ehrlich-Ziehl*) pour que le diagnostic de l'espèce puisse en pratique être basé sur ce seul caractère. Ce sont là des exemples typiques de l'intérêt des méthodes de coloration en cette matière.

Propriétés diastasiques. — Aux caractères morphologiques de l'élément bactérien s'associe, nous l'avons vu, celui du groupement microbien, de la colonie. Ces caractères sont cependant le plus souvent insuffisants et, pour différencier les espèces, il a fallu chercher d'autres propriétés. On a tiré parti des propriétés fermentatives des microbes. Certains d'entre eux ont des propriétés digestives, analogues aux ferments digestifs, à la trypsine ; ils peuvent ainsi digérer et liquéfier la gélatine ; toute une catégorie de bactéries liquéfient cette substance; d'autres ne la liquéfient pas. Le staphylocoque fait partie de la première catégorie. Il liquéfie la gélatine dans les milieux de culture comme il attaque le tissu conjonctif, dans le derme, alors que le streptocoque et le pneumocoque n'accomplissent pas cette liquéfaction.

La fermentation des sucres. — Cette recherche a également un très grand intérêt au point de vue du diagnostic des espèces. L'histoire du bacille de la fièvre typhoïde nous en fournit une belle démonstration. Eberth, Gaffky avaient découvert dans les organes des typhiques un petit bâtonnet mobile, se décolorant par la méthode de Gram, ne liquéfiant pas la gélatine, et l'avaient considéré comme l'agent de la fièvre typhoïde, mais voilà qu'Escherich trouve, dans les selles normales, un microbe presque identique, le colibacille; certains savants mettent alors en doute le rôle du bacille d'Eberth dans la fièvre typhoïde. Pour le démontrer, il fallut serrer le problème de plus près. Chantemesse et Widal montrent alors que le bacille d'Eberth se différencie facilement du colibacille par son pouvoir fermentatif ; ce dernier, en effet, fait fermenter le sucre de lait, le lactose, et le transforme en acide lactique ; le bacille d'Eberth n'a pas la même propriété.

La fièvre typhoïde, on l'a su depuis, n'est pas toujours due au bacille d'Eberth, ou du moins des races voisines, les bacilles paratyphiques A et B peuvent déterminer une maladie analogue. Ceux-ci, comme le bacille d'Eberth, ne font pas fermenter le lactose, mais alors que ce dernier, mis en contact du glucose, ne donne pas de fermentation avec gaz, les bacilles paratyphiques la provoquent.

La recherche d'une autre réaction, la *réaction de l'indol*, permet encore de séparer le bacille d'Eberth et les bacilles paratyphiques du colibacille. Le premier n'attaque pas les peptones, le tryptophane, les seconds les attaquent et libèrent une substance dite indol, qu'on peut facilement dépister en ajoutant quelques gouttes d'acide sulfurique, ce qui fait apparaître une belle coloration rose.

Les méthodes biologiques. — Si importants que soient les renseignements donnés par la morphologie, les réactions colorantes, les aspects des colonies, la recherche des propriétés fermentatives, ils ne peuvent pas toujours suffire à assurer le diagnostic ; beaucoup de microbes pathogènes sont difficiles à distinguer de microbes très voisins, inoffensifs, qu'on peut trouver dans certains cas à l'état normal dans nos cavités naturelles. Il en est ainsi pour le vibrion cholérique, très difficile à distinguer des vibrions d'aspect très voisin qu'on peut retrouver à l'état normal, ou dans des états entéritiques bénins n'ayant rien à faire avec le choléra.

C'est surtout à l'occasion de cette dernière maladie que le problème s'est posé tout d'abord ; Koch avait affirmé le rôle du bacille virgule, qu'il avait découvert, dans la pathogénie de la maladie; la découverte de vibrions voisins dans l'intestin normal, dans les eaux, etc., vint remettre en discussion le problème de l'étiologie de la maladie.

Il fallait chercher des méthodes nouvelles. Pfeiffer et Issaeff ouvrirent la voie en proposant l'emploi d'une réaction à laquelle on a donné le nom de *réaction d'immunité*.

Réaction d'immunité. — On peut vacciner un cobaye contre le vibrion cholérique ; il devient de ce fait réfractaire au choléra. Supposons que l'on isole un vibrion

qui ressemble au vibrion cholérique. On l'injecte au cobaye vacciné contre le choléra ; s'il s'agit d'un véritable vibrion cholérique, le cobaye doit résister à cette inoculation.

La méthode n'est pas pratique et ne tarda pas à être, de la part de ses auteurs mêmes, l'objet d'une modification importante, qui peut se résumer ainsi : le sérum d'un cobaye vacciné contre le choléra, injecté à un autre cobaye sain, le protège contre l'inoculation subséquente d'un vibrion cholérique vrai et est sans effet contre un autre microbe.

Phénomène de Pfeiffer. — La réaction d'immunité n'est plus employée, mais elle a été l'origine de découvertes du plus vif intérêt théorique et pratique. Pfeiffer, injectant dans le péritoine d'un cobaye vacciné contre le vibrion cholérique ce vibrion même, vit que celui-ci, au lieu de rester mobile et de pulluler (comme c'est le cas quand on l'injecte dans le péritoine d'un animal sain), s'immobilise et se transforme en granulations. Ce phénomène est connu sous le nom de phénomène de Pfeiffer ou de la transformation en granules.

Metchnikoff montra que ce phénomène ne s'accomplit pas seulement dans le péritoine d'un animal, mais encore dans un simple tube de verre, lorsqu'on mélange du sérum frais d'animal vacciné contre le choléra avec des vibrions cholériques.

L'étude du phénomène a conduit Bordet à l'étude de deux phénomènes nouveaux, le phénomène de l'agglutination, celui de la fixation du complément.

Phénomène de l'agglutination. — Si l'on mélange, en effet, des vibrions cholériques et du sérum frais d'animal vacciné contre le choléra, avant que n'apparaisse le phénomène de la transformation en granules, les vibrions, qui sont extrêmement mobiles, commencent par s'immobiliser, puis se rapprochent les uns des autres, en petits amas, autrement dit s'agglutinent.

Le phénomène de l'agglutination est un phénomène très général, alors que celui de la transformation en granules ne s'observe guère que pour le vibrion cholérique. Dans le plus grand nombre des cas, le sérum d'un animal vacciné contre un microbe agglutine ce microbe, et il est facile de se rendre compte du phénomène en diluant une colonie microbienne dans le sérum même (lui-même dilué dans l'eau salée à 1 p. 100) : on voit se produire un véritable précipité ; l'examen au microscope révèle que ce précipité est en réalité constitué par les microbes rassemblés, agglutinés.

Le phénomène de l'agglutination, découvert par Bordet, a été immédiatement utilisé par Gruber et Durham pour le diagnostic différentiel d'espèces voisines.

Prenons l'exemple du vibrion cholérique ; on a isolé dans les selles d'un malade un vibrion qui ressemble au vibrion cholérique, on veut le différencier de vibrions qui lui ressemblent. On le soumet à l'action du sérum d'animal réfractaire au choléra. S'il est agglutiné, c'est qu'il s'agit bien d'un vrai vibrion cholérique; s'il n'est pas agglutiné, c'est qu'il s'agit d'un faux vibrion.

Le procédé est aujourd'hui devenu usuel en bactériologie et c'est le meilleur moyen de porter un diagnostic, de savoir si l'on est en présence d'un vibrion cholérique, d'un bacille typhique, etc., dans les cas douteux, c'est-à-dire d'affirmer, au début d'une épidémie, la nature de l'infection et de déterminer, en connaissance de cause, les mesures prophylactiques nécessaires.

La spécificité d'action du sérum sur le vibrion est si grande qu'elle permet non seulement de séparer des espèces voisines, mais encore des races d'une même espèce.

On sait aujourd'hui, pour ne prendre que cet exemple, qu'il existe plusieurs races du microbe de la méningite cérébro-spinale ; ces races ont une même forme, donnent des colonies semblables sur les milieux de culture, font fermenter les mêmes sucres ; elles se distinguent cependant facilement en ce que le microbe isolé n'est agglutiné que par le sérum des animaux préparés au moyen d'un échantillon de même race et non par le sérum d'un animal préparé au moyen d'une des autres races. Cette précision de la race n'a pas qu'un intérêt scientifique, elle a aussi un intérêt pratique. Dans le cas choisi de la méningite cérébro-spinale, il existe, en effet, contre chacune des races de méningocoque, un sérum antiméningococcique spécial, et si ce sérum agit utilement vis-à-vis de toutes les races, son rôle bienfaisant est beaucoup plus accentué vis-à-vis de la race microbienne correspondante.

L'application la plus connue du phénomène de l'agglutination au diagnostic des maladies est le séro-diagnostic de la fièvre typhoïde (et de quelques autres infections), dont l'initiateur fut Widal.

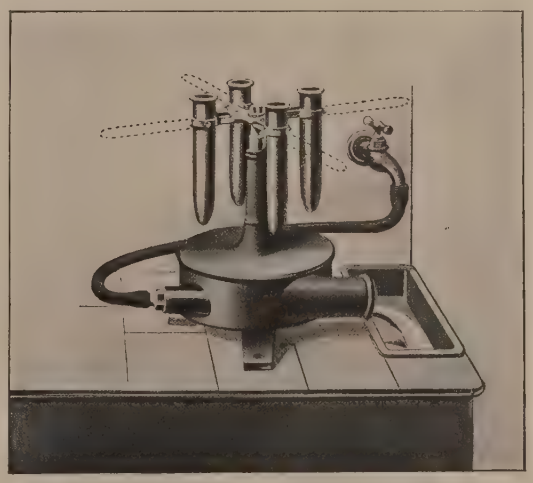


Fig. 18. — CENTRIFUGEUR HYDRAULIQUE ▰ Les appareils de ce genre sont destinés à concentrer, grâce à la force centrifuge, dans le fond des tubes qu'il comporte, les parties tenues en suspension dans les liquides. Le « culot » obtenu ainsi dans les tubes est d'un examen plus fécond que le liquide tout entier. — Le pointillé indique la position prise par les tubes quand le centrifugeur tourne. Ici la force qui le fait tourner est hydraulique, mais elle peut être mécanique (à main), électrique, etc. (Fabriqué par Lequeux.)

Fig. 19. — ENSEMENCEMENT SUR BOITES DU Dr ROUX
(Service du Dr Martin, Institut Pasteur.)

Réaction de la fixation du complément. — Le sérum d'un animal vacciné (ou infecté, comme l'a montré Widal) est doué non seulement de l'aptitude agglutinative, vis-à-vis du microbe en cause, mais d'une propriété singulière, découverte par Bordet, la propriété de se porter sur ce microbe, de le sensibiliser, pour ainsi dire (sensibilisatrice), et, servant ainsi d'intermédiaire, de permettre à une substance qui se trouve dans tous les sérums, même normaux, l'alexine, de venir se fixer sur le microbe, alors que cette alexine est incapable de se fixer de la sorte, lorsque l'intermédiaire (ici le sérum d'animal vacciné ou infecté) n'est pas présent.

Pour bien faire comprendre le phénomène, il est nécessaire de faire une légère digression. Quand on saigne un animal, le sang se coagule et il transsude ce qu'on appelle le sérum. Le sérum des animaux, lorsqu'il est frais, a des propriétés très curieuses qui disparaissent quand il est vieilli, ou quand on le fait chauffer à 56°. C'est ainsi que le sérum frais du lapin, mis en contact avec le microbe du charbon, le transforme en petits grains et semble le détruire ; on en a conclu que ce sérum avait des *propriétés bactéricides*, et que ces propriétés bactéricides étaient dues à une substance qui a été appelée alexine et qui est détruite par le vieillissement et la chaleur.

Les propriétés bactéricides des sérums des animaux sains sont exceptionnelles ; mais il est bien réel qu'il existe dans tout sérum normal une substance (il serait plus exact de dire une propriété) qui a pour effet principal de s'attaquer à tous les corps étrangers vivants, microbes, globules du sang d'espèces animales étrangères, etc., qui sont introduits dans le sérum.

Cette propriété est pour ainsi dire à l'état virtuel dans le sang normal, mais elle se développe lorsqu'on a exposé à plusieurs reprises l'animal à subir une agression par un microbe ou par des globules rouges.

Voici, pour prendre un exemple simple, du sérum d'un cobaye normal, mis en contact avec des vibrions du choléra. Il n'a aucune action appréciable sur eux. Voici du sérum d'un lapin normal ; introduisons, dans ce sérum de lapin, des globules rouges de mouton, ceux-ci ne sont pas modifiés.

Mais injectons sous la peau à plusieurs reprises, à notre cobaye, des vibrions cholériques tués par la chaleur ; injectons à notre lapin, sous la peau, des globules rouges de mouton ; le sérum de ce cobaye ou de ce lapin va se comporter différemment : le sérum de cobaye va transformer en granules les vibrions cholériques, le sérum de lapin va hémolyser (autrement dit dissoudre) les globules rouges.

Or, dans l'un et l'autre cas, il aura suffi de chauffer le sérum à 56° pour que la propriété lytique (de dissolution) disparaisse, mais le sérum ainsi chauffé ne sera pas pour cela revenu à l'état de sérum neuf, il aura gardé la propriété nouvelle lytique, acquise par l'animal à la suite des agressions répétées, soit de vibrions cholériques, soit de globules rouges, mais celle-ci sera masquée ; pour la mettre en évidence, il faudra ajouter à ce sérum chauffé un peu de sérum frais de cobaye, de ce sérum qui à lui seul aurait été incapable de transformer les vibrions en granules et d'hémolyser les globules rouges.

Il faut donc, pour se rendre compte des faits, admettre, comme l'a montré Bordet, l'existence dans le sérum d'un animal préparé, de *deux substances* : l'une qui existe dans tous les sérums quels qu'ils soient, même à l'état normal, et qu'on appelle aujourd'hui l'*alexine* ou *complément* ; l'autre, qui n'existe pas dans les sérums normaux, qui ne se développe dans l'être que lorsque celui-ci a subi une agression et que l'on appelle aujourd'hui, dans notre jargon scientifique, un *anticorps*. C'est cette substance que Bordet a appelée une *sensibilisatrice*, voulant montrer par là que si, à elle seule, elle est incapable de détruire, elle sensibilise le corps introduit dans le sérum (Ehrlich lui a donné le nom de substance intermédiaire).

Ehrlich a montré en effet que cette substance, qui s'est développée au cours de l'agression, va se porter, va se fixer sur l'élément même de l'agression, lorsqu'elle sera mise au contact de celui-ci ; ainsi, lorsque l'on met des vibrions cholériques dans du sérum, chauffé à 56°, de cobaye ayant reçu au préalable des injections de vibrions cholériques tués, la sensibilisatrice contenue dans le sérum va se porter sur les vibrions et disparaître du sérum, mais ne manifester aucune action dissolvante.

Si enfin, à ce mélange de vibrions et de sérum de cobaye, on ajoute du sérum frais de cobaye, l'alexine contenue dans ce sérum, à son tour, par l'intermédiaire de la sensibilisatrice préalablement fixée sur les vibrions, va se porter et se fixer elle-même sur ceux-ci et les transformer en granules, ou bien, s'il s'est agi de sérum de lapin ayant reçu des injections de globules rouges, ceux-ci vont s'hémolyser et le liquide va devenir rouge-cerise.

Sans doute, aujourd'hui, nous savons qu'il n'existe

pas, à proprement parler, de substances, que ce ne sont là que des propriétés physiques des sérums, se ramenant sans doute à des conflits de substances colloïdales; mais, quelle que soit la théorie, les faits restent complètement acquis, et, en dehors de l'intérêt doctrinal considérable des faits, il en est résulté des méthodes de la plus grande utilité pour le diagnostic de l'espèce microbienne et aussi, comme nous le verrons par la suite, pour le diagnostic même des maladies.

Dans la pratique, pour mettre le phénomène en évidence, on utilise la technique suivante : on met dans un tube le microbe, le sérum d'animal infecté, chauffé à 56°, et du sérum de cobaye frais (très riche en cette substance qu'on appelle alexine ou complément). L'alexine, par l'intermédiaire du sérum d'animal infecté, va se porter sur le microbe et disparaître du tube de culture; pour se rendre compte de sa disparition, on utilise un dispositif très ingénieux, découvert par Bordet. On y ajoute ce qu'on appelle un couple hémolytique, c'est-à-dire un mélange de globules rouges de mouton et de sérum de lapin ayant reçu à plusieurs reprises des globules rouges de mouton (qu'on appelle sérum lapin-anti-mouton). Nous savons déjà que, dans ce couple, la sensibilisatrice du sérum s'est portée sur le globule rouge et l'a sensibilisé et qu'il suffira qu'il y ait de l'alexine libre pour que la dissolution du globule se fasse. Or, dans notre expérience, elle ne se produira pas, puisque toute l'alexine aura déjà été fixée par les vibrions dans le premier temps du phénomène.

Supposons au contraire (et ici nous revenons au diagnostic des espèces microbiennes) que dans les selles d'un individu atteint de diarrhée profuse, que l'on redoute être de nature cholérique, on ait isolé un vibrion. Nous avons mis ce vibrion au contact du sérum d'animal vacciné contre le choléra et d'alexine. Nous ajoutons ensuite notre couple hémolytique, l'hémolyse se produit. C'est qu'il ne s'agissait pas de vibrion cholérique, car s'il s'était agi de ce dernier, toute l'alexine se serait déjà fixée sur le vibrion et il n'en serait pas resté dans le sérum; par conséquent, il ne se serait pas produit d'hémolyse. Or, l'hémolyse se reconnaît à la coloration que prennent les liquides en expérience.

La méthode de déviation appliquée au diagnostic des espèces est moins souvent employée que la réaction d'agglutination ; elle peut cependant servir en pratique dans certains cas pour le diagnostic du microbe de la coqueluche. En outre, nous verrons quelle place elle prend en médecine pour le diagnostic des maladies, puisque c'est sur elle qu'est basée la méthode de sérodiagnostic de la syphilis, la méthode dite de Wassermann, qui doit s'appeler légitimement la réaction de Bordet-Wassermann.

CHAPITRE III

LES FONCTIONS MICROBIENNES

ROLE DES MICROBES DANS LA NATURE

Les bactéries sont répandues en quantité innombrable dans la nature, dans le sol, dans l'eau, dans l'air, à la surface des plantes, dans le corps des animaux. La crainte des microbes nuisibles, par suite de nos tendances anthropocentristes, nous a fait oublier les microbes bienfaisants ou, pour mieux dire en évitant toute tendance finaliste, les propriétés mêmes des microbes en général.

LES MICROBES DU SOL. C'est une tâche qui ne manque pas de grandeur que celle de préciser le rôle des microbes du sol. Roux a consacré autrefois à ce sujet d'admirables leçons restées inédites. Burnet, dans son beau livre *Microbes et Toxines*, a retracé, pour les microbes, le cycle du carbone et de l'azote.

On a cru longtemps que la transformation des matières organiques résiduelles, des végétaux, des cadavres d'animaux, qui aboutissent à la formation de l'humus, était un phénomène d'ordre chimique, une sorte de combustion lente.

On sait aujourd'hui que ces phénomènes sont d'ordre biologique. « La terre, a dit Berthelot, est quelque chose de vivant. » Le sol est le grand réservoir des microbes ; les microbes de l'air ne sont que des microbes de la surface du sol, soulevés par les vents, et les microbes de l'eau ne sont que des microbes du sol, entraînés par la pluie en petit nombre, pouvant s'adapter à la vie aquatique.

Ameublissement du sol et formation de la terre arable. — Les microbes jouent un rôle important dans l'ameublissement du sol et la formation de la terre arable ; ils complètent l'action de la pluie, des algues, des lichens, dans la désagrégation des roches. C'est ainsi que s'émiettent progressivement les roches calcaires, les feldspaths, les calcaires schisteux noirs et friables, dits roches pourries ; il y a ainsi, selon l'expression de Burnet, une sorte de putréfaction de la roche.

Mais le véritable rôle des microbes du sol est de décomposer la matière vivante et de permettre sa rénovation.

Les microbes décomposent les cadavres des végétaux et des animaux et bientôt, sans eux, la surface du sol

serait rendue inhabitable aux plantes et aux animaux, ce sont les véritables *agents de salubrité* de la surface de la terre.

En débarrassant la surface de la terre des matériaux qui l'encombrent, les microbes jouent encore un autre rôle : ils font rentrer en circulation les éléments hydrocarbonés et azotés qui ont servi à constituer la substance même des animaux et des plantes, et préparent ainsi les substances élémentaires qui vont servir à la vie des plantes et secondairement à celle des animaux.

Ils font partie intégrante de ce cycle plante-animal, animal-plante qui permet à la vie de se perpétuer en usant toujours des mêmes matériaux primordiaux ; ils constituent pour ainsi dire le chaînon intermédiaire du cycle.

Pour accomplir ce rôle de désintégration de la matière vivante, d'innombrables germes interviennent, chaque moisissure, chaque bactérie, ayant une fonction nettement définie et spécialisée ; cette fonction remplie, la bactérie cède la place à de nouvelles bactéries, qui vont continuer la dégradation des molécules, jusqu'à leur transformation en substances élémentaires, capables, à leur tour, de servir à la nutrition des plantes et aux phénomènes de synthèse.

Fermentation des substances ternaires. — Les cadavres des végétaux sont surtout constitués par de la cellulose, des sucres, de l'amidon, des albumines végétales ; si la feuille, l'écorce n'étaient pas toujours décomposées et détruites, la terre serait encombrée de déchets. Les moisissures, du vivant de la plante, s'installent sur l'écorce ; la plante morte, elles envahissent ses tissus, consomment d'abord les sucres, attaquent ensuite la cellulose. Le bacille *amylobacter*, qui est si répandu sur les végétaux, donne avec la cellulose de l'hydrogène, de l'acide carbonique, de l'acide butyrique.

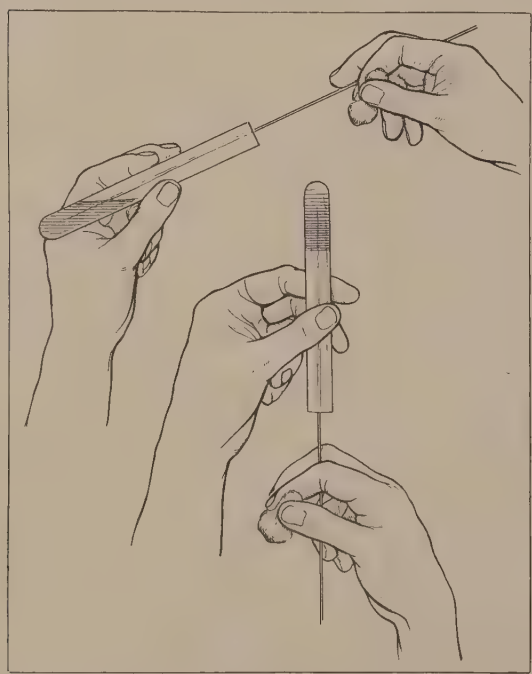


Fig. 20. — TECHNIQUE D'ENSEMENCEMENT ▰ On voit ici deux façons d'ensemencer les milieux de culture à l'aide d'un fil de platine qui a recueilli les matières à examiner. *En bas :* Ensemencement par piqûre de la gélatine. — *En haut :* Ensemencement par stries à la surface inclinée de cette gélatine. (Moreaux, del.)

Le phénomène du rouissage du chanvre et du lin est dû à la fermentation de la pectose qui se trouve associée à la cellulose dans les parois et les interstices des cellules végétales.

Une expérience bien simple montre l'activité des ferments contenus dans le purin de ferme ; si on ensemence avec quelques gouttes de purin un liquide renfermant de la filasse de lin, on obtient une décomposition rapide de cette filasse.

Fermentation des matières azotées. — Des phénomènes de même ordre s'accomplissent au niveau des matières azotées, plus accessibles à nos sens que les fermentations des substances ternaires, car les phénomènes de putréfaction s'accompagnent de la production de gaz fétides.

Là encore, la dislocation de la molécule azotée ne peut se faire que par étapes, par échelons successifs, et à chaque échelon correspondent plusieurs espèces déterminées.

Le rôle d'agent de putréfaction fut longtemps attribué à des microbes aérobies de l'intestin, au colibacille, au *Proteus vulgaris*. Leur intervention est insignifiante ; le véritable rôle, comme l'a montré Pasteur dans ses beaux travaux sur la fermentation butyrique et sur la putréfaction par le vibrion septique, est joué par des microbes anaérobies.

La dislocation de la matière azotée ne peut d'ailleurs se faire que par étapes successives et, comme l'ont montré les travaux de Tissier et Martelli pour la putréfaction de la viande, à chaque échelon correspondent des espèces nettement déterminées.

Ce sont d'abord des ferments capables d'attaquer la molécule albuminoïde, des ferments dits protéolytiques, parmi lesquels le *Bacillus putreficus coli*, de Bienstock ; le *Bacillus sporogenes*, le *Bacillus perfringens*, puis la matière une fois dégradée, parvenue à l'état de peptones, interviennent d'autres ferments peptolytiques dissolvant de la peptone qui pourront la réduire en ses éléments primordiaux, accomplissant ainsi un rôle analogue à celui que jouent les diastases, la trypsine en particulier, dans notre organisme.

Ferments nitriques. — Le rôle des bactéries, des ferments, n'est d'ailleurs pas seulement un rôle de dégradation de la matière ; d'autres bactéries du sol jouent un rôle de synthèse.

Les nitrates sont l'aliment azoté que les végétaux préfèrent. Comment se fait la transformation en nitrate de l'ammoniaque, résidu des putréfactions ?

On a cru longtemps que les sels ammoniacaux s'oxydaient au contact du sol par action chimique, par action

directe de l'oxygène du sol au voisinage de la substance poreuse; les belles recherches de Schlœsing et de Müntz, en 1878, nous ont montré que, là encore, les microbes interviennent dans les phénomènes de nitrification.

Ces auteurs démontrent que le processus n'est pas de nature chimique, puisqu'une terre susceptible de transformer la matière azotée en nitrates perd cette propriété si on la chauffe à 110° ou bien si on lui ajoute du chloroforme ; la terre qui, par chauffage à 110°, a perdu son pouvoir nitrifiant, le récupère si on l'additionne d'un peu de terre non stérilisée. Ce n'est donc pas la porosité qui est la condition essentielle de la nitrification, mais la présence de ferments vivants.

C'est en 1888 que Winogradsky parvint à isoler le microbe, en se servant de la technique pastorienne, qui consiste à offrir au ferment, pour son développement, le milieu le plus approprié.

L'aération du milieu est très importante, comme le montra Omelansky, dans les phénomènes de nitrification; comme Pasteur l'avait déjà montré pour la fabrication du vinaigre.

Le phénomène de la transformation de l'ammoniaque en nitrates est d'ailleurs plus complexe qu'on ne l'avait cru tout d'abord; cette transformation nécessite deux espèces microbiennes, l'une amenant l'ammoniaque à l'état de nitrite (ferment nitreux, *Nitrosoma*), l'autre transformant les nitrites en nitrates (ferment nitrique, *Nitrobacter* de Winogradsky).

La question est même plus complexe encore, et il existe plusieurs variétés de ferments nitreux (Nitrosomas d'Europe, de Java ; Nitrosococcus du Mexique et du Brésil) ; mais il n'existe jamais à la fois qu'un seul ferment nitreux dans le même sol.

La vie des espèces végétales et animales, dit Burnet, dépend du stock d'azote déposé dans le sol. Si la terre reçoit de l'azote par les putréfactions, elle en perd aussi parce que les putréfactions en dégagent à l'état gazeux ; elle en perd par la dénitrification, elle en perd par les eaux de drainage, et les récoltes prennent à la terre beaucoup plus d'azote que les engrais n'en ont fourni. Et cependant le sol garde son azote, bien mieux, il en gagne. D'où vient cet azote? Il ne peut venir que de l'atmosphère, réservoir inépuisable ; les eaux pluviales rendent à la terre l'ammoniaque évaporée, etc., mais il s'en faut de beaucoup que ces gains compensent les pertes.

La fixation de l'azote est encore ici l'œuvre d'êtres vivants : de la terre arable humide exposée à l'air fixe de l'azote atmosphérique; cette fixation ne se fait pas si la terre est chauffée à 120°, c'est-à-dire stérilisée, ne pouvant contenir de microbes.

Les agents de cette fixation sont des bactéries, les unes aérobies, les autres anaérobies, des mucédinées, des algues, et enfin des microbes qui ne vivent pas libres à l'intérieur du sol, mais qui sont renfermés dans les racines des légumineuses.

Les nodosités des racines de légumineuses. — Dès 1687, Malpighi, le grand anatomiste, avait observé, sur les racines des légumineuses, de petites tumeurs. Ces petites boules sont bourrées de bactéries, dont la fonction est de fixer l'azote ; ces bactéries, auxquelles on a donné le nom de bactéroïdes, sont encore très mal connues ; elles ont une forme irrégulière et bizarre.

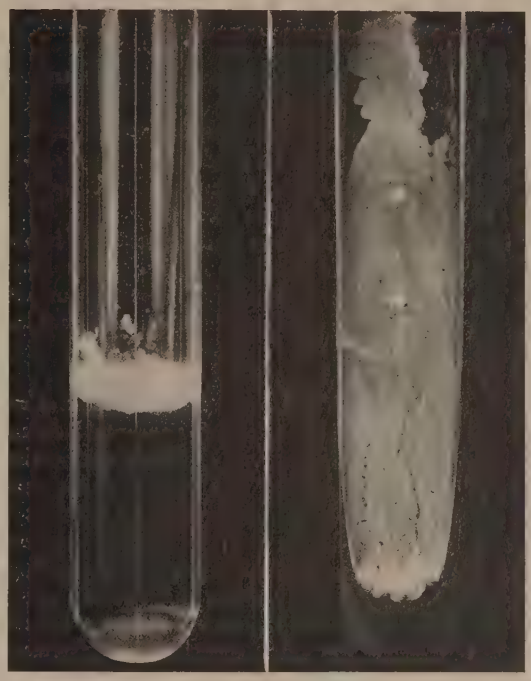


Fig. 21. — CULTURES MICROBIENNES ▫ *A gauche :* Culture de *Bacillus subtilis* sur bouillon ▫ *A droite :* Culture de *Bacillus mesentericus* sur agar. (Cl. A. Lumière.)

Les bactéroïdes et la plante font, comme le dit Burnet, échange de bons offices : la plante fournit l'aliment hydrocarboné aux bactéroïdes, les bactéroïdes fournissent l'aliment azoté à la plante.

MICROBES DE L'AIR. ▫▫ Du sol, les microbes se répandent dans l'air ; si on filtre, comme l'a fait Pasteur, de l'air sur des bourres de fulmicoton et si on dissout ensuite la bourre dans un mélange d'éther et d'alcool, on voit que le dépôt est riche en bactéries ; beaucoup de ces bactéries sont d'ailleurs à l'état de cadavres ; soumis à l'influence de la dessiccation, de la lumière, de l'oxygène, privés d'autre part d'éléments nutritifs, les germes n'ont pu résister, ils sont morts.

Le nombre des bactéries en suspension dans l'atmosphère varie, comme l'ont montré Pasteur et Miquel, selon les lieux où la prise d'air a été faite et aussi selon les saisons et les conditions atmosphériques, comme la sécheresse et l'humidité.

L'air des montagnes, l'air puisé au-dessus de la mer, loin des côtes, sont extrêmement pauvres en germes.

Dans les villes, le nombre des bactéries diminue au fur et à mesure qu'on s'élève et surtout qu'on s'éloigne des agglomérations principales :

Au centre de Paris, on trouve 6 040 bactéries par mètre cube d'air ;

A Montsouris (14e arrondissement), on n'en trouve plus que 275.

Les moyennes mensuelles nous montrent que les maxima sont surtout observés pendant la saison chaude. C'est en octobre, novembre, décembre, janvier, février, que l'air renferme le moins de germes.

Le nombre des germes est en général plus considérable dans l'air recueilli au rez-de-chaussée d'une maison, qu'aux étages plus élevés, dans les appartements ouvrant sur des cours étroites que dans ceux qui ouvrent sur les rues.

MICROBES DE L'EAU. Les bactéries sont en général très peu nombreuses, comme l'a montré Pasteur, dans les eaux de source, mais il ne faudrait pas croire que celles-ci soient stériles ; elles renferment toujours un certain nombre de germes, la filtration par le sol n'étant jamais absolue et certaines espèces pouvant s'adapter à la vie dans l'eau, même peu riche en matières organiques. Les bactéries sont au contraire très nombreuses dans les eaux des rivières et surtout des fleuves après la traversée des villes, encore plus nombreuses, souvent, dans les citernes et dans les puits.

MICROBES DU CORPS HUMAIN (OU DU CORPS DES ANIMAUX). Le corps humain est le réceptacle d'une grande quantité de germes. Un grand nombre de ceux-ci ne sont que des germes de passage, des hôtes accidentels, entraînés par l'air, par l'eau, par les poussières, par les aliments. Un certain nombre d'autres, ayant trouvé soit à la surface de nos téguments, soit surtout à la surface de nos muqueuses, des conditions de développement favorables, sont adaptés à la vie parasitaire et y sont devenus des hôtes permanents, inoffensifs, et même peut-être utiles ; un certain nombre de ces germes, bien qu'inoffensifs lorsqu'ils restent à la surface de nos muqueuses, deviennent au contraire des agents morbides lorsqu'ils franchissent ces muqueuses.

Fig. 22. — ENSEMENCEMENT DES CULTURES MICROBIENNES EN TUBES (Laboratoires A. Lumière.)

ASEPSIE DU MILIEU INTÉRIEUR. — On peut considérer que la protection de notre peau et de nos muqueuses est suffisante pour que notre milieu intérieur, notre sang, notre lymphe, nos organes soient privés de germes. Il semble cependant qu'au moment de la digestion il puisse y avoir pénétration d'un certain nombre de germes dans les vaisseaux chylifères et même dans le sang, mais ces décharges bactériennes, courtes et peu importantes, ne suffisent pas, à l'état de santé, à infecter l'organisme qui vient vite à bout des quelques envahisseurs qui ont pénétré dans son intimité.

MICROBES DE LA PEAU. — La peau, par son contact avec l'air extérieur, avec l'eau, est le réceptacle d'un assez grand nombre de germes, mais ils y sont, comme dit Sabouraud, comme de la poussière sur un livre ; on les retrouve surtout au niveau de la couche cornée de l'épiderme, alors qu'au-dessous, entre les cellules de la couche de Malpighi, ils deviennent extrêmement rares. C'est surtout dans les conduits excréteurs des glandes sudoripares ou sébacées, dans les follicules pileux, dans l'espace compris entre le poil et la paroi folliculaire, que s'accumulent les germes. La région de l'orifice folliculaire est d'ailleurs le véritable défaut de la cuirasse cutanée, et c'est par là que pénètrent les germes qui vont envahir les couches superficielles ou profondes de la peau et y déterminer les diverses folliculites, les furoncles, les phlegmons, etc.

Si la peau saine est peu riche en microbes, il faut noter qu'elle s'infecte avec la plus grande facilité et qu'il suffit de la moindre lésion pour que les germes deviennent très nombreux. Dès qu'il s'est fait alors, sur un point, une lésion infectieuse certaine, la peau devient très septique, non seulement au niveau de la lésion, mais sur une large surface autour d'elle, et par suite des attouchements des mains, de l'eau de lavage, à une très grande distance.

Certaines peaux, en particulier celles atteintes de séborrhée, sont particulièrement riches en un bacille spécial bien étudié par Sabouraud : le microbacille de la séborrhée grasse, qui serait aussi le microbe de l'acné; dans les pellicules banales, le bacille bouteille de Malassez.

Il est très fréquent de rencontrer à la surface de la peau des germes voisins du staphylocoque, et enfin ce germe même qui est, on le sait, l'agent du furoncle et de l'anthrax et d'un grand nombre de suppurations cutanées.

Les voies respiratoires ne renferment qu'un petit nombre de germes dans le système bronchique supérieur ; l'alvéole pulmonaire en semble à peu près complètement dépourvu.

MICROBES DU TUBE DIGESTIF. — Le véritable réceptacle de germes innombrables est la muqueuse du tube digestif ; dès les premiers mouvements de déglutition de l'enfant nouveau-né, le tube digestif, qui était privé de

germes pendant la période intra-utérine, devient le réceptacle de nombreuses espèces.

La bouche du nouveau-né, stérile au moment de la naissance, devient riche en germes dès les premières déglutitions d'air, dès les premières tétées ; parmi ces microbes de la cavité bucco-pharyngienne, on trouve constamment (Widal et F. Bezançon), à côté des microbes saprophytes sans intérêt, des microbes pathogènes de la plus haute importance, tels que le streptocoque et le pneumocoque, les agents de l'érysipèle, de la pneumonie, ainsi toujours prêts à envahir notre économie ; on y trouve aussi de nombreux microbes anaérobies et des spirochètes également anaérobies parmi lesquels le *Spirochæta buccalis* et le *Spirochæta dentium*.

La flore buccale varie selon les points observés ; au niveau des gencives, dans l'interstice des dents où peuvent s'accumuler des débris alimentaires, des microbes anaérobies, des spirochètes deviennent des hôtes habituels. Survienne un trouble dentaire, l'évolution de la dent de sagesse par exemple, et l'on verra certains de ces germes pulluler et se produire la stomatite ulcéro-membraneuse, ou l'angine de Vincent, dues à l'association d'un spirochète et d'un bacille anaérobie, le bacille fusiforme. Dégluties avec la salive, entraînées avec les boissons ou les aliments, les bactéries de la bouche arrivent à l'estomac où elles subissent un certain nombre de modifications intéressantes sous l'influence du suc gastrique et au niveau de l'intestin où on les retrouve en très grande quantité.

Cette flore varie d'ailleurs selon les divers segments du tube digestif, et l'on s'entend pour admettre que l'intestin grêle est beaucoup moins riche en bactéries que le gros intestin et surtout que le cæcum.

La flore subit des variations très marquées selon le régime alimentaire ; elle est par suite très différente aux différents âges. La flore de l'intestin de l'enfant a été en particulier très étudiée et l'on a vu qu'elle différait beaucoup selon que l'enfant est nourri au sein ou au lait de vache ; chez l'enfant nourri au sein, la flore est relativement simplifiée, comme l'a bien montré Tissier, les microbes putréfiants anaérobies sont rares, aussi les urines de l'enfant ne renferment-elles pas d'indol ni de scatol, comme celles de l'adulte. Le microbe le plus important semble être surtout un bacille anaérobie, le *Bacillus bifidus*, qui est un ferment lactique puissant; le colibacille et l'entérocoque sont beaucoup plus rares que chez l'adulte.

Tissier signale la facilité avec laquelle, même à l'état normal, se modifie la flore de l'enfant. Il suffit d'un léger purgatif au calomel pour qu'apparaissent des cocci et des colibacilles.

Chez l'enfant nourri au biberon, la flore se complique, le bacille bifide devient plus rare, le cobacilille plus fréquent et aussi des anaérobies, en particulier des bactéries protéolytiques.

Chez l'adulte, la quantité de bacilles peut être prodigieuse; Michel Cohendy estime que chez l'homme normal,

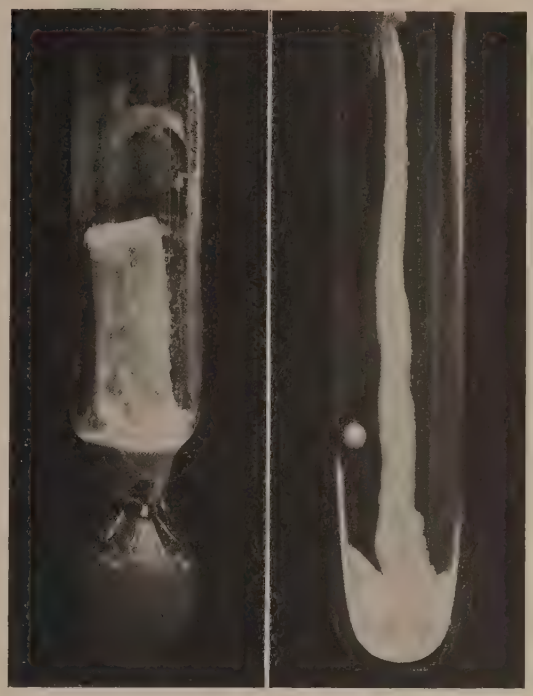


Fig. 23. — CULTURES MICROBIENNES ø *A gauche :* Culture sur pomme de terre ø *A droite :* Culture en strie sur agar. (Cl. A. Lumière.)

on trouve 1 438 700 bactéries par milligramme de matières fécales ; beaucoup de ces microbes sont d'ailleurs morts et en désintégration : un tiers de la partie sèche des matières fécales serait composé de microbes.

On a fait jouer autrefois un rôle très exagéré au colibacille, on sait aujourd'hui qu'à côté de ce germe, de l'entérocoque, il faut faire une place importante aux espèces anaérobies : *Bacillus perfringens, Bacillus putreficus coli, Bacillus sporogenes.*

Le rôle des microbes dans l'intestin est considérable. Pour Metchnikoff, la plupart de ces microbes seraient nuisibles, et la désinfection intestinale devrait être l'objet des préoccupations médicales. Il faudrait chercher à supprimer les putréfiants et à acclimater les microbes bienfaisants, en particulier les germes lactiques qui sont les antagonistes des putréfiants, comme le montre bien une expérience déjà ancienne de Bienstock : si on met de la viande dans du lait, elle ne se putréfie pas, le lait abandonné à l'air subissant rapidement la fermentation lactique qui empêche la putréfaction ; si on utilise par contre du lait stérilisé privé de ses ferments, la fermentation putride s'accomplit.

Pour d'autres, les microbes auraient, dans le tube digestif, un véritable rôle physiologique ; les uns, ferments saccharolytiques, attaqueraient les hydrates de carbone ; les autres, ferments protéolytiques, s'en prendraient à la matière albuminoïde ; les derniers enfin attaque-

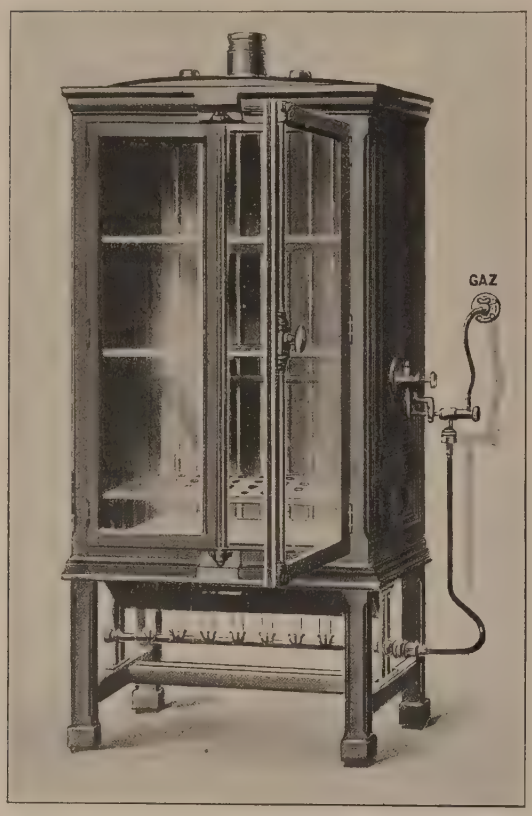


Fig. 24. — ÉTUVE A CULTURES MICROBIENNES ⌀ Dans cette sorte d'armoire, vitrée par devant et chauffée à la température voulue qui reste fixe pendant le temps nécessaire, on dispose les tubes à culture où les microbes doivent pousser à température fixe et constante. (Fabriqué par Lequeux.)

raient les peptones, et tous viendraient ainsi en aide aux ferments digestifs.

Sans les microbes intestinaux, la vie serait impossible ; la plupart des élevages aseptiques, c'est-à-dire faits sur des êtres nourris avec des aliments privés de germes et vivant dans un air stérile, réussis par Wollmann chez des larves de mouche, ont échoué sur d'autres animaux plus élevés en organisation.

ROLE PATHOGÈNE DES MICROBES

Il paraît bien démontré que la plupart des ferments et des microbes trouvés dans la nature, dans le sol, dans l'eau, ne sont pas pathogènes pour l'homme ; seuls, certains microbes du sol semblent échapper à cette règle. C'est ainsi que le sol peut renfermer des spores de vibrion septique, de bacille du tétanos, de charbon ; mais il semble bien que ces spores se voient surtout dans les endroits habités, là où existent des espèces animales, capables d'assurer la perpétuation des espèces, le sol n'étant qu'un réceptacle intermédiaire. Il semble bien en être ainsi pour la bactéridie charbonneuse qui, comme l'a montré Pasteur, n'est pas un microbe banal du sol, mais qui ne se rencontre que sur les champs maudits, c'est-à-dire là où ont été enfouis des cadavres d'animaux morts du charbon. Il en est ainsi pour le bacille tétanique, qui ne s'observe guère que dans la terre végétale, contaminée par les engrais animaux, la spore tétanique faisant défaut dans la terre des forêts et des lieux non habités.

Les spores du vibrion septique sont sans doute plus répandus, le sol pouvant être un peu partout contaminé par les cadavres des animaux.

L'eau sert souvent de vecteur à certains germes, par exemple au vibrion cholérique et au bacille de la fièvre typhoïde, mais seulement quand elle a été elle-même souillée par des déjections humaines. Il semble d'ailleurs que, le plus souvent, si la cause d'infection d'origine humaine cesse, le microbe disparaisse rapidement ; il ne s'acclimate pas à la vie parasitaire dans l'eau. Si les eaux pures peuvent contenir quelques colibacilles, il semble bien que ceux-ci soient inoffensifs.

Ce sont donc les espèces vivantes, les espèces végétales et animales qui sont le plus souvent le réceptacle des germes pathogènes de l'homme.

Le rôle des végétaux semble bien minime : une espèce microbienne adaptée à la vie parasitaire chez un végétal a peu de tendance à s'acclimater chez l'animal et surtout chez l'homme. Il existe cependant, nous le verrons plus tard, des observations de mycoses, par exemple l'actinomycose, ou l'aspergillose, qui semblent résulter du développement dans l'organisme de l'homme d'espèces qui vivent en parasites sur les céréales.

MALADIES HUMAINES D'ORIGINE ANIMALE.

⌀⌀ Le rôle des animaux est déjà beaucoup plus considérable, quoique d'une façon générale on puisse dire qu'il ne joue qu'un rôle secondaire et qu'une espèce bactérienne adaptée à la vie parasitaire chez une espèce animale s'adapte difficilement chez l'homme et réciproquement. Ainsi, l'homme ne prend pour ainsi dire aucune maladie du bétail, la clavelée, la fièvre aphteuse, les pasteurelloses. L'animal ne prend pas la fièvre typhoïde, ni les fièvres éruptives.

Il est cependant des germes qui sont pathogènes pour l'homme comme pour l'animal et qui se transmettent de l'un à l'autre ; il en est ainsi du bacille de la peste, qui sévit surtout sur le rat, donnant lieu à de véritables épidémies murines et qui se transmet du rat à l'homme par l'intermédiaire des puces ; il en est ainsi des microbes voisins du bacille paratyphique B (par exemple le *Bacillus enteritidis* de Gærtner) qui sont très répandus chez les animaux (salmonelloses) et qui, lorsque l'homme ingère la chair des animaux malades, déterminent des infections alimentaires graves, etc. Il en est ainsi de la fièvre de Malte qui se transmet de la chèvre à l'homme par le lait.

Les bacilles sporulés, répandus dans le sol, agents chez l'animal du charbon, du tétanos, de la septicémie (in-

fection par le vibrion septique), se transmettent facilement de l'homme à l'animal, et les maladies dues à ces germes ne sont pas rares chez les tanneurs, les mégissiers, les équarisseurs, les bouchers, etc.

La tuberculose est aussi une maladie commune à l'homme et aux animaux, mais il est assez rare qu'il y ait transmission de l'animal à l'homme et de l'homme à l'animal ; sans dénier tout danger de contamination pour l'enfant du fait du lait de vaches tuberculeuses, il semble que du moins, dans nos pays, dans les villes, la contamination par le lait de vache soit un facteur de second plan et que le plus souvent la tuberculose se transmette par contamination interhumaine.

La plupart des maladies infectieuses de l'homme sont, en pratique, d'origine humaine ; elles se divisent d'ailleurs à ce point de vue en deux catégories : les unes résultant exclusivement de la transmission d'une maladie similaire, par contagion (il en est ainsi du choléra, de la blennorragie, de la tuberculose), les autres semblant pouvoir se créer de toutes pièces, par l'exaltation de virulence de certains germes qui habitent à l'état normal à la surface de nos muqueuses (il en est ainsi de nombre d'infections à pneumocoques, à streptocoques, à colibacilles). Beaucoup de pneumonies, d'érysipèles, d'infections colibacillaires ne résultent d'aucune contagion, mais seulement de la défaillance momentanée de nos moyens de défense naturelle, qui permet à ces germes de pénétrer dans notre économie et de s'y adapter.

SAPROPHYTISME ET ACTION PATHOGÈNE. Les bactéries qui sont répandues en très grande quantité à la surface de nos muqueuses n'y déterminent aucun effet nocif ; elles se comportent donc comme des parasites, mais des parasites inoffensifs, car elles semblent bien mieux tolérées que les plus bénins de ceux-ci.

Par analogie avec ce qui se passe dans la nature, où les microbes jouent un rôle dans les phénomènes de la putréfaction, on donne souvent à ces bactéries parasitaires le nom de saprophytes (de *sapron*, putride ; *phuton*, plante), qui est une mauvaise expression, car elle est couramment employée en dehors de son sens étymologique pour exprimer la vie parasitaire de ces germes.

Le pouvoir pathogène des bactéries est dû à leur virulence, c'est-à-dire à leur aptitude à se développer dans l'organisme vivant. La virulence est, par suite, une propriété toute relative qui dépend à la fois des qualités du microbe et de la réceptivité du terrain ; la bactéridie du charbon n'est pas virulente pour la poule, c'est-à-dire que si, dans les conditions ordinaires, on l'injecte à la poule, elle ne se développe pas dans l'organisme de celle-ci. Par contre, comme dans l'expérience célèbre de Pasteur, vient-on à refroidir cette poule, la bactéridie trouvant alors un terrain favorable, le microbe va se développer.

On peut supposer que les microbes pathogènes habituels sont sans doute d'anciens microbes inoffensifs, vivant dans la nature (ou bien déjà adaptés dans notre organisme à la vie parasitaire), qui, ayant pu pénétrer par accident dans le corps des animaux vivants et ayant pu y végéter, ont acquis de ce fait le pouvoir d'attaquer la matière vivante, de vivre à ses dépens, et ont ensuite gardé héréditairement cette aptitude nouvelle.

Le microbe, dans ces conditions, ou bien pourra revenir à l'état parasitaire, ou bien, par contagion en série, exalter son pouvoir pathogène, comme nous le rappelions au début de cet article à propos de la flacherie des vers à soie.

La virulence d'un microbe est donc quelque chose de contingent ; elle n'existe que vis-à-vis d'un autre être, la bactérie la plus virulente pour une espèce pouvant être inoffensive pour une autre espèce.

Pour une même espèce, cette virulence est susceptible d'atténuation ou d'exaltation. Il semble que le plus souvent la virulence s'atténue plutôt, lorsque, comme c'est le cas quand on fait des cultures artificielles, on donne à la bactérie son alimentation toute préparée, et qu'au contraire cette virulence s'exalte par les difficultés mêmes que la bactérie trouve à s'adapter à des conditions de vie difficiles ; en cultivant la bactéridie du charbon sur des milieux additionnés de sang d'animaux, Chauveau a vu la virulence s'exalter.

La véritable méthode d'exaltation reste le passage en série à travers le corps des animaux, qui force le microbe à triompher d'espèces de plus en plus réfractaires.

MODE D'ACTION DES MICROBES PATHOGÈNES. L'étude du mode de développement des bactéries dans les milieux de culture, et surtout leur rôle dans la nature lorsqu'ils sont en contact avec la matière végétale ou animale morte, nous ont révélé que les bac-

Fig. 25. — AUTRE TYPE D'ÉTUVE A CULTURES MICROBIENNES. (Fabriqué par Lequeux.)

téries étaient de puissants agents de fermentation, capables de ramener les substances quaternaires et ternaires à leurs composés élémentaires; nous savons aussi que ces fermentations s'accomplissent grâce au développement de propriétés diastasiques.

Les actions diastasiques. — Il nous est difficile encore aujourd'hui de définir les diastases, et nous ne savons pas si ce sont, comme on l'écrit couramment, des substances organiques sécrétées par les cellules, ou bien si ce ne sont pas des propriétés de la cellule même, ou de certaines parties de la cellule. Ce que nous savons, c'est que ces substances ou propriétés sont susceptibles, à dose infinitésimale et presque indéfiniment, de faciliter les réactions chimiques entre certains corps, sans cependant entrer dans la composition des produits définitifs qui en résultent ; la première diastase isolée en 1832 par Payen et Person, en précipitant par l'alcool une macération d'orge germée, l'amylase, transforme par hydrolyse l'amidon insoluble en un sucre soluble : le maltose.

Lorsque des bactéries pénètrent dans un organisme vivant, elles vont subir de la part des cellules de cet organisme des actions diastasiques de nature digestive, tendant à leur dissolution, à leur disparition. Mais si l'aptitude végétative de ces bactéries est suffisante, elles vont à leur tour, sans doute aussi grâce à la production de diastase, décomposer la matière vivante pour trouver les substances alimentaires dont elles ont besoin ; il va en résulter des modifications plus ou moins marquées des tissus de l'organisme qui a subi l'agression microbienne, c'est ce que nous appelons des *lésions*.

Il semble, d'autre part, que les bactéries soient susceptibles, à la manière de certaines plantes, de produire des substances toxiques, de véritables poisons, ayant certaines ressemblances avec les poisons minéraux et que l'on appelle des *toxines* microbiennes.

Fig. 26. — STAPHYLOCOQUE ø Ce coccus est remarquable par sa disposition ordinaire en grappe. Le diamètre de chacun des éléments varie entre 0 μ 9 et 1 μ 2. (Cl. Lumière.)

Pour se débarrasser de ces hôtes encombrants, sans doute sous l'influence du système nerveux, déterminée par les déchets de la bactérie elle-même ou de la cellule vivante qui a subi son contact, il va se produire toute une série de phénomènes du côté du système vasculaire, congestion sanguine, afflux de lymphe, issue des leucocytes renfermés dans la lymphe ; l'ensemble de ces réactions constituera pour une part les symptômes de la maladie ; ces symptômes seront d'une grande banalité et communs en plus ou en moins à la plupart des maladies. Parmi ces symptômes, on notera la fièvre, la courbature, les douleurs musculaires et articulaires, certains troubles digestifs, vomissements, diarrhée, etc., des éruptions variées, surtout des érythèmes, souvent même des hémorragies.

A côté de ces symptômes banaux, apparaîtront des symptômes particuliers à chaque maladie, dus surtout aux lésions organiques subies par l'organisme par l'effet des toxines microbiennes. Dans certaines maladies, ces symptômes, comparables en une certaine mesure à ceux que produisent les poisons minéraux et surtout les alcaloïdes, seront prédominants ; l'intoxication sera plus importante que l'infection.

La méthode expérimentale pour l'étude du role pathogène des microbes. — L'étude du rôle pathogène des microbes est grandement facilitée par la méthode expérimentale. En injectant les cultures microbiennes aux animaux, on peut chercher à reproduire les symptômes observés dans la maladie spontanée ; on peut surtout, en injectant séparément à l'animal les microbes et les produits de leur sécrétion, pousser plus loin l'analyse.

L'inoculation des cultures aux animaux donne donc des renseignements précieux au médecin, mais il faut bien savoir que dans le plus grand nombre de cas on ne peut reproduire chez l'animal la maladie humaine, la réceptivité de l'animal étant toute différente de celle de l'homme. C'est une autre maladie que l'on détermine.

Dans certains cas cependant, lorsque le microbe sécrète des produits toxiques très spéciaux analogues aux alcaloïdes (et ce sont les cas où les phénomènes d'intoxication l'emportent sur les phénomènes d'infection), on reproduit chez l'animal à peu près complètement le tableau de la maladie. Il en est ainsi dans le tétanos, où l'injection d'une dose infinitésimale de culture reproduira, chez le cobaye et le lapin, le tableau du tétanos chez l'homme.

La virulence étant, nous l'avons vu, une propriété toute relative qui dépend à la fois des qualités du microbe et de la réceptivité du terrain, selon l'espèce animale inoculée, on obtiendra des résultats différents ; certaines espèces seront réfractaires, d'autres plus ou moins sensibles.

Quoi qu'il en soit, on a pu établir expérimentalement, d'une façon très précise, pour chaque espèce microbienne,

son pouvoir pathogène vis-à-vis des principaux animaux utilisés dans les laboratoires, et bien que, le plus souvent, les symptômes observés chez l'animal soient très différents de ceux observés chez l'homme au cours de la maladie spontanée due au germe en cause, l'étude de la maladie expérimentale est du plus haut intérêt, d'abord au point de vue scientifique, parce qu'elle fait mieux comprendre la maladie humaine, ensuite au point de vue pratique, parce que, dans certains cas où le diagnostic clinique est difficile, l'inoculation à l'animal peut donner les plus précieux renseignements. Il en est ainsi quand on n'a pas pu isoler le microbe, qu'il soit en trop petite quantité, ou qu'il se trouve mêlé à de nombreux germes qui en empêchent la culture, ou qu'il ne soit pas cultivable sur nos milieux de laboratoire. Ainsi, dans le cas de la peste, l'inoculation de produit suspect au rat ou au cobaye donne à l'animal une peste expérimentale tout à fait caractéristique ; ainsi, dans le cas de la morve, l'inoculation du produit suspect au cobaye déterminera la production de lésions typiques, en particulier une localisation sur le testicule. On sait quels services pratiques rend chaque jour l'inoculation au cobaye de produits où l'on n'a pu trouver de bacilles tuberculeux, mais dont on soupçonne la nature tuberculeuse ; il se produit alors une maladie expérimentale très différente de la tuberculose de l'homme, mais très caractéristique de l'infection tuberculeuse et toujours identique à elle-même : un chancre au point d'inoculation, une tuberculose très accentuée du système lymphatique, une généralisation de l'infection tuberculeuse à tous les organes.

La septicémie. — L'analyse du mode d'action des microbes pathogènes, soit chez l'homme, soit chez l'animal, nous révèle, entre les divers microbes, une différence fondamentale qui a été l'occasion de déductions pratiques de la plus haute importance.

Dans certaines maladies humaines ou expérimentales, le microbe introduit soit sous la peau, soit au niveau des muqueuses, ne tarde pas à envahir tout l'organisme. Il se produit alors ce qu'on appelle une septicémie. On peut donc estimer qu'il existe dans tous les capillaires de l'organisme une quantité considérable de bactéries ; c'est ce que réalise le charbon expérimental. Si l'on injecte à une souris ou à un lapin une goutte de culture du microbe du charbon, l'animal meurt rapidement et l'autopsie révèle que, sauf des lésions importantes du sang et de la congestion des viscères, il y a peu de lésions dégénératives des organes, du foie, du rein, etc. ; par contre, on retrouve en quantité colossale le microbe dans les vaisseaux capillaires, à tel point que dans certains il y en a plus que de globules du sang. On croirait qu'on a injecté les vaisseaux avec ces microbes, comme on peut les injecter avec des matières colorantes. C'est le type de la septicémie, de l'infection générale, les phénomènes dits d'intoxication sont réduits au minimum.

Dans le cas du charbon, cultivons le microbe dans du bouillon, puis filtrons le bouillon, injectons le bouillon filtré à un lapin, si sensible, nous l'avons vu, au microbe, l'animal n'en subira pas grand dommage.

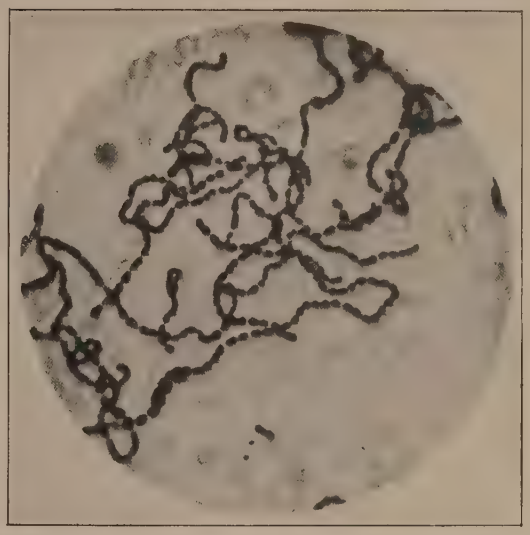


Fig. 27. — STREPTOCOQUE DE L'ANGINE SCARLATINEUSE. Le streptocoque se dispose en chaînettes dont chaque élément mesure 0 μ 6 à 1 μ de diamètre. (Cl. Lumière.)

La bactérie charbonneuse ne sécrète donc pas (hors d'elle) de poisons bien énergiques, elle n'agit pas par production de toxine soluble, ou, si cette toxine existe, elle est peu active.

Les toxines microbiennes. — Dans d'autres cas, au contraire, le microbe introduit sous la peau y reste cantonné ; fait-on une culture du sang (c'est ce que l'on nomme une hémoculture), on ne trouve pas de microbe. Après la mort, chez l'homme comme chez l'animal, l'examen le plus minutieux des viscères ne révèle la présence d'aucune bactérie. Bien plus, si on examine ce qui se passe au point où le microbe a pénétré, c'est à peine si, dans certains cas, le microbe a pullulé ; on ne trouve que quelques éléments microbiens, et cependant l'homme ou l'animal, après une période d'incubation plus ou moins longue de la maladie, succombe. Que s'est-il donc passé ? Le microbe ici a très peu pullulé, il n'a pas envahi l'organisme, mais il a sécrété une substance diffusible, un véritable poison soluble qui a diffusé et qui a entraîné la mort.

Les exotoxines. — L'exemple le plus typique de ce mode d'action de certaines espèces bactériennes nous est fourni par le tétanos, et nous allons, en prenant comme exemple cette infection, nous rendre compte de ce qu'est une toxine microbienne soluble (une *exotoxine*, disent les bactériologistes). Rien n'est plus intéressant que de reprendre dans ses grandes lignes l'histoire bactériologique du tétanos, et nous nous excusons de cette digression, mais elle fait mieux comprendre que de longues descriptions théoriques toute une partie de la pathologie.

Le tétanos, cette maladie terrible des blessés, surtout des blessés de guerre, est caractérisée par des contractures permanentes des muscles du corps, des muscles de la mâchoire qui déterminent un trismus (empêchant d'ouvrir la bouche), des muscles de la nuque et du tronc (déterminant une raideur du corps) ; à ces contractions permanentes s'ajoutent des crises paroxystiques extrêmement douloureuses, au cours desquelles la contracture s'exagère.

Pendant longtemps, le tétanos fut considéré comme une maladie rhumatismale, comme une maladie nerveuse ; rien, sauf la fièvre, ne rappelle la maladie infectieuse, du genre de la fièvre typhoïde ou des fièvres éruptives. Ce furent deux savants italiens, Carle et Rattone, qui eurent tout d'abord le mérite de montrer que la maladie pouvait être transmise aux animaux ; prenant le pus d'une plaie chez un malade atteint de tétanos et l'inoculant dans les muscles d'un lapin, ils reproduisirent le tétanos. Un an après, en 1885, Nicolaïer constatait dans la plaie un petit bacille en forme d'épingle présentant une spore terminale et, en 1887, Kitasato cultivait le microbe ; la culture de ce microbe inoculée au lapin reproduisait la maladie.

La pathogénie de la maladie ne fut cependant établie que quelques années plus tard ; le microbe du tétanos ne se retrouve que dans la plaie même et encore en très petite quantité, il est absent du reste de l'organisme. A quoi sont donc dus les symptômes? A une toxine soluble, comme eut le mérite de le montrer le Danois Knud Faber. Si, en effet, on cultive le microbe (en culture anaérobie) dans du bouillon et si, au bout de quelques jours, on filtre la culture, on voit que le produit de filtration, le filtrat, le bouillon qui ne renferme aucun germe, inoculé au lapin, détermine cependant les mêmes symptômes que la culture totale. Le bacille du tétanos a sécrété une toxine soluble, et c'est cette toxine qui seule détermine les symptômes de la maladie ; le bacille, au niveau de la plaie, ne détermine par lui-même qu'une petite réaction locale insignifiante, et il n'est redoutable que par les produits qu'il a sécrétés.

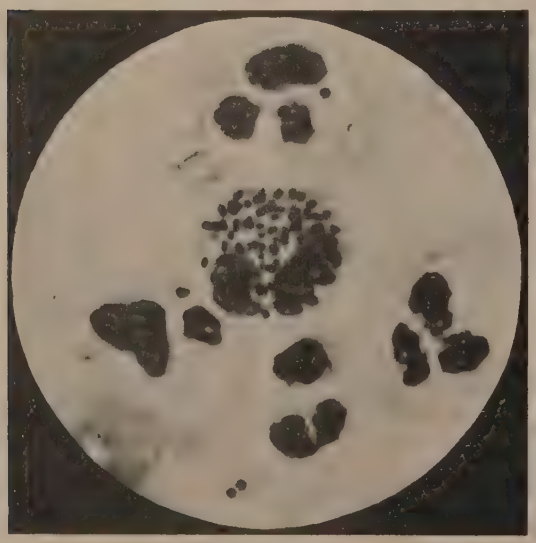


Fig. 28. — GONOCOQUE ø Le gonocoque est un coccus double qui mesure 0 μ 4 à 0 μ 6 de diamètre.

Cette toxine tétanique a pour caractère principal d'agir à dose infinitésimale : un cent-millième de millimètre cube de bouillon filtré (qui lui-même ne doit représenter qu'une dose absolument infinitésimale de véritable toxine) suffit pour tuer la souris ; elle est d'autre part très fragile, très sensible à la chaleur, à la lumière, à l'oxygène.

Nous ne connaissons en rien sa constitution, mais, en raison de cette fragilité, de cette action à dose infinitésimale, avec Roux et Yersin, on compare son action à celle des diastases.

Des expériences très intéressantes de Meyer et Ransom, de Marie et Morax, de Wassermann et Takaki nous éclairent, par contre, sur son mode d'action. La toxine tétanique, introduite sous la peau par piqûre, va gagner les filaments nerveux, les imprégner, puis remonter le long des troncs nerveux et gagner ensuite les cellules motrices de la moelle et du cerveau ; une petite quantité passera aussi dans le sang des tétaniques et ira se fixer sur quelques groupes de cellules nerveuses du bulbe. C'est l'action, c'est la fixation de la toxine sur la cellule nerveuse qui détermine tous les symptômes de la maladie, qui se réduit pour ainsi dire ici à une intoxication de quelques groupes cellulaires nécessaires à la vie. Il y a là une analogie très grande avec ce qui se passe dans un empoisonnement, car on observe des phénomènes très analogues dans l'empoisonnement par la strychnine ; chez certains individus très sensibles, 5 milligrammes de strychnine pouvant suffire à déterminer déjà des contractures.

Le tétanos n'est pas la seule maladie due à une toxine soluble ; on observe des faits analogues dans une maladie qu'on appelle le botulisme, qui est une intoxication alimentaire par un bacille sporulé, le *Bacillus botulinus*, lequel sécrète de même une toxine soluble très active, qui a également une affinité particulière pour le système nerveux central, et toutefois détermine non des contractures mais des paralysies, paralysies oculaires, puis paralysies des nerfs craniens.

Le rôle des toxines solubles se manifeste encore, mais ici avec moins de netteté apparente, dans la diphtérie, et c'est même à l'occasion de cette maladie que Roux fit ses belles recherches sur les toxines solubles.

Dans la diphtérie, le bacille, comme dans le tétanos et dans le botulisme, reste cantonné au point d'inoculation et c'est à la toxine soluble que sont dues les paralysies du voile du palais, de l'accommodation et des membres, si caractéristiques de la maladie.

Si l'on filtre une culture de bacille diphtérique, on voit que le filtrat est toxique et que la toxine diphtérique, comme la toxine tétanique, a une affinité toute spéciale pour le système nerveux. Ici cependant, la localisation

est moins élective que pour la toxine tétanique ; on peut observer d'autres lésions, en particulier des lésions des capsules surrénales (faites d'ailleurs en partie de tissu nerveux).

Dans la diphtérie enfin, les symptômes sont plus complexes, parce que, si importants que soient les phénomènes d'intoxication, ils ne sont pas les seuls observés. Le bacille diphtérique, contrairement au bacille tétanique, est capable de pulluler d'une façon abondante, de déterminer au point où il a pénétré la formation de fausses membranes qui siègent sur les amygdales, le voile du palais, et de gagner le larynx, de telle sorte qu'à côté des symptômes d'intoxication il y a les symptômes mécaniques dus à la fausse membrane et qui sont représentés par l'angine et surtout par le croup.

La découverte des toxines solubles a eu comme conséquence une découverte qui a révolutionné la thérapeutique médicale, la découverte de la sérothérapie.

Les toxines solubles, introduites en effet chez les animaux à dose progressive, entraînent la formation de ce qu'on a appelé des antitoxines, c'est-à-dire de véritables contrepoisons.

C'est à Behring et à Kitasato que revient l'honneur de la découverte de la sérothérapie. Behring, cherchant à vacciner des animaux contre la toxine tétanique, y parvient en leur injectant de la toxine modifiée par l'iode.

Des chevaux ainsi vaccinés peuvent supporter des doses énormes de toxine, allant jusqu'à 200 centimètres cubes, alors qu'une dose infinitésimale suffit pour les tuer.

Behring voit que le sérum des animaux ainsi vaccinés, puis accoutumés à recevoir des doses énormes de toxine, a acquis des propriétés nouvelles, préventives et curatives ; inoculé à l'animal, il le préserve de l'action nocive d'une injection subséquente de toxine mortelle. Si l'action thérapeutique du sérum antitétanique reste malheureusement souvent incomplète chez l'homme, si la fixation de la toxine sur les cellules nerveuses empêche son action bienfaisante, il n'en est plus de même de celle du sérum antidiphtérique. Comme l'ont montré Behring et Kitasato, Roux, Martin et Chaillou, le sérum antidiphtérique est à la fois protecteur et curateur, et l'on sait que la sérothérapie antidiphtérique est une des plus belles conquêtes de la bactériologie.

Les bacilles tétanique, diphtérique et botulique sont les seuls qui sécrètent des toxines solubles, et nos connaissances sur les toxines des autres microbes sont beaucoup moins avancées.

Sans doute un certain nombre de microbes, qui restent cantonnés, eux aussi, au point d'inoculation et ne se généralisent pas, comme le vibrion cholérique, doivent-ils agir pour une part par des toxines solubles. Metchnikoff, Roux et Salembeni ont pu obtenir une toxine cholérique qui traverse les filtres ; mais celle-ci est très différente des vraies toxines solubles, elle est beaucoup plus résistante à la chaleur et n'agit qu'à dose déjà élevée ; il en faut un centimètre cube pour tuer un cobaye de 250 grammes.

Fig. 29. — BACILLE DE LA FIÈVRE TYPHOIDE AVEC SES CILS ø Le bacille de la fièvre typhoïde ou bacille d'Eberth, du nom de celui qui l'a découvert, mesure 2 à 3 μ de longueur.

Les endotoxines. — Pour la plupart des microbes qui ne laissent pas passer de toxines solubles dans les filtrats, on admet que la toxine reste adhérente au protoplasma microbien, autrement dit qu'il s'agit d'*endotoxine*. Pour libérer ces endotoxines, il faudra tuer le microbe, lui faire subir un éclatement, une trituration, comme on le fait pour extraire la zymase de la levure de bière.

Ces endotoxines sont très différentes des toxines solubles, elles sont en général beaucoup plus résistantes à la chaleur, à la lumière ; elles sont aussi beaucoup moins actives, il faut souvent plusieurs centimètres cubes d'endotoxine pour tuer l'animal ; les symptômes observés chez l'animal sont beaucoup moins caractérisés que ceux que l'on obtient avec les toxines solubles, il n'y a pas d'électivité sur le système nerveux. Pour quelques-unes de ces endotoxines, en particulier pour l'endotoxine dysentérique, comme l'a montré Besredka, il y aurait une affinité pour le gros intestin.

On peut vacciner les animaux contre les endotoxines et ensuite les saturer de ces endotoxines. Le sérum des animaux acquiert alors quelques propriétés antimicrobiennes, mais celles-ci sont peu accentuées et ce n'est guère qu'en injectant des microbes vivants qu'on obtient des sérums ayant des propriétés thérapeutiques (sérum antipesteux, sérum antidysentérique, antiméningococcique, etc.), sérums dont l'utilité est incontestable, mais qui n'agissent en général qu'à très haute dose, souvent seulement en injection locale (comme dans la méningite cérébro-spinale, où il faut injecter le sérum dans la cavité intrarachidienne) ou intraveineuse, ce qui fait que le mode d'action est peut-être un peu différent de celui dont nous avons parlé), et même

d'une façon beaucoup plus incertaine, beaucoup moins complète que les sérums antitoxiques auxquels on a tort de les comparer.

La tuberculine et la malléine. — Les bactéries telles que les bacilles de la morve et de la tuberculose ne sécrètent pas de toxine soluble, on ne leur connaît pas à proprement parler d'endotoxine. Le produit de macération dans la glycérine des corps microbiens tués par la chaleur, appelé malléine pour la morve, tuberculine pour le bacille de Koch, n'a rien de commun avec les toxines, comme nous le verrons par la suite ; ces corps, à peu près inoffensifs pour les animaux sains, déterminent au contraire des réactions violentes chez les animaux déjà malades.

CHAPITRE IV

LE DIAGNOSTIC DES MALADIES INFECTIEUSES PAR LA MÉTHODE BACTÉRIOLOGIQUE

Étant donnée une maladie infectieuse, comment peut-on reconnaître quel est le microbe qui l'a déterminée?

Deux séries de méthodes sont susceptibles de nous renseigner à cet égard : les méthodes directes et les méthodes indirectes.

MÉTHODES DIRECTES

La méthode la plus simple, la seule que connaissaient les premiers bactériologistes, est celle qui permet de constater *directement* la présence du microbe, soit dans le sang, soit dans l'intimité des tissus, soit dans un produit pathologique tel que le pus ou les crachats.

Cette méthode reste encore le procédé de choix pour le diagnostic d'un grand nombre de maladies infectieuses. Pour certains microbes, les aspects morphologiques et les réactions colorantes sont tellement caractéristiques que le simple examen au microscope sur lame permet le diagnostic. Il en est ainsi pour le bacille de la tuberculose ; sa propriété de résister, une fois bien coloré, à l'action décolorante des acides minéraux dilués (acide nitrique au tiers) et de l'alcool absolu peut être considérée *en pratique* comme spécifique, et la constatation dans un crachat, par exemple, d'un bacille ayant cette propriété colorante entraîne, sans erreur véritable possible, le diagnostic de tuberculose pulmonaire.

Fig. 30. — BACILLES DU CHOLÉRA ∞ Ce vibrion ou bacille virgule (en raison de sa forme) mesure 1 μ 5 à 3 μ de longueur. (Cl. Lumière.)

Rares sont cependant les cas où l'aspect morphologique et la réaction colorante suffisent au diagnostic, il faut y associer souvent d'autres caractères : le mode de groupement, le fait d'être inclus ou non dans les leucocytes. C'est ainsi que le diagnostic bactériologique de gonocoque est en principe posé quand, dans les leucocytes provenant d'une suppuration urétrale, on trouve des diplocoques en grains de café, en amas intracellulaires, se décolorant par la méthode de Gram.

Dans d'autres cas, le caractère morphologique est insuffisant et il faut procéder à l'isolement du microbe sur les milieux de culture, à l'étude de l'aspect des colonies qu'il donne sur ou dans ces milieux, à ses propriétés fermentatives et enfin à l'inoculation aux animaux, toutes opérations dont nous avons montré l'intérêt au chapitre du diagnostic de l'espèce microbienne.

MÉTHODES INDIRECTES

Le diagnostic des maladies infectieuses n'est cependant pas toujours possible par la seule méthode de la constatation *directe* du microbe. Bien que le champ des régions inaccessibles à l'investigation bactériologique se restreigne chaque jour et que l'on puisse, grâce aux ponctions veineuses, aux ponctions de la rate, du poumon, à la ponction lombaire, etc., étudier ce qui se passe dans

l'intimité des tissus, il reste encore des cas, certaines formes d'infection typhoïdique, certains cas de tuberculose ou de syphilis par exemple, où il est impossible d'isoler l'agent causal de la maladie.

Dans certains cas enfin où, comme dans la fièvre typhoïde, il serait à la rigueur possible d'isoler le microbe dans les matières fécales, la technique est si difficile qu'elle ne rend guère de service pratique, d'autant que la présence du microbe dans ces matières est souvent tardive.

TUBERCULINO-DIAGNOSTIC. Une voie nouvelle a été ouverte au diagnostic bactériologique le jour où l'on a eu l'idée d'utiliser la tuberculine de Koch pour le diagnostic de la tuberculose dans les cas où la constatation du bacille est impossible. Il ne s'agit plus ici de rechercher directement le bacille, mais de déceler indirectement son influence, par la constatation des modifications que sa présence a entraînées dans l'économie. L'homme sain, l'animal sain, ne réagissent pas à la tuberculine ; ils supportent sans dommage, sans fièvre, sans réaction au point d'inoculation, l'injection sous la peau ou l'introduction dans le derme d'une dose assez forte de tuberculine ; l'homme tuberculeux, l'animal tuberculeux, présentent au contraire une vive sensibilité, qui se traduit par de la fièvre intense et par une réaction au point de piqûre.

Si la trop grande diffusion de la tuberculose enlève à cette méthode la plus grande partie de sa valeur chez l'adulte, il ne faut pas oublier que cette méthode de la cuti-réaction (due à von Pirquet) est la seule méthode qui, chez le nourrisson, permette scientifiquement le diagnostic.

Nous avons vu, dans un autre ordre d'idées, que dans un grand nombre de cas, pour faire le diagnostic bactériologique d'une espèce microbienne, il fallait chercher comment se comporte cette espèce vis-à-vis du sérum d'un animal vacciné (ou plus exactement préparé par des injections d'un microbe analogue). Nous avons vu quel intérêt avaient les recherches des propriétés agglutinatives, des sensibilisatrices, selon les méthodes de Pfeiffer pour la première, de Bordet-Gengou pour la seconde.

SÉRO-DIAGNOSTIC DE WIDAL. Ayant, par suite de ses recherches antérieures sur la fièvre tyhoïde, reconnu que ces propriétés que l'on considérait comme étant seulement l'apanage des individus vaccinés, étaient en réalité déjà des propriétés qui existent dans le sérum au cours de l'infection, Widal eut l'idée de faire servir la recherche de ces propriétés nouvelles non plus au diagnostic du microbe, mais bien à celui de la maladie. Quand on veut faire un diagnostic d'espèce microbienne, on utilise, comme nous l'avons dit, un sérum ayant des propriétés agglutinatives ou des sensibilisatrices bien établies, par exemple du sérum d'animal ayant reçu antérieurement plusieurs fois des bacilles

Fig. 31. — BACILLE DU ROUGET DU PORC Un des premiers qui aient été étudiés par Pasteur (1882) et contre lequel il trouva un vaccin. (Cl. Lumière.)

de la fièvre typhoïde tués par la chaleur. C'est l'action de ce sérum dont la provenance et les propriétés sont connues, qu'on cherche à mettre en œuvre vis-à-vis d'un microbe de nature encore insuffisamment précisée, mais qu'on soupçonne appartenir à la classe des bacilles typhiques ou paratyphiques. Quand on veut, au contraire, faire un diagnostic de maladie, par exemple celui de la fièvre typhoïde, et utiliser la *méthode du séro-diagnostic*, découverte par F. Widal, on met en contact le sérum du malade *soupçonné* être atteint de la fièvre typhoïde, avec un bacille d'Eberth bien authentique. Si le sérum agglutine le bacille d'Eberth, c'est que le malade a ou a eu la fièvre typhoïde, ou a été vacciné contre celle-ci.

La valeur du séro-diagnostic pour le diagnostic de la fièvre typhoïde a été confirmée par tous les bactériologistes ; mais cette méthode n'est pas susceptible, comme on l'avait espéré, d'une généralisation à toutes les maladies et, au point de vue pratique, ne donne de véritables résultats que dans les infections typhiques et paratyphiques.

SÉRO-DIAGNOSTIC PAR LA RÉACTION DE FIXATION. Widal et Lesourd ayant, au cours de la fièvre typhoïde même, constaté par la méthode de fixation du complément de Bordet-Gengou, des *sensibilisatrices* dans le sérum des malades, ont pensé que le développement de ces sensibilisatrices était contemporain de la période d'infection et non pas seulement la conséquence du développement de l'immunité.

Par la recherche des sensibilisatrices dans le sérum vis-à-vis d'un microbe donné, au cours même de la maladie, on peut donc préciser le diagnostic de la maladie ; on peut faire ainsi un véritable « hémolyso-dia-

gnostic » de la fièvre typhoïde et, dans certains cas, de la tuberculose.

Si pour la fièvre typhoïde la réaction de Bordet n'est guère utilisée et cède la place au séro-diagnostic basé sur l'agglutination, dans la tuberculose, dans les complications de la blennorragie, la méthode a un véritable intérêt scientifique et pratique.

RÉACTION DE BORDET-WASSERMANN. Mais l'immense portée de la découverte de la réaction de fixation de Bordet-Gengou (et aussi de la notion, découverte par Widal, que la réaction était non une réaction d'immunité, mais une réaction d'infection) a été l'application qu'en ont faite Wassermann, Neisser et Brucke au diagnostic de la syphilis.

L'histoire de cette application est singulière et montre comment les découvertes s'enchaînent et comment même une théorie inexacte, mais reposant sur des faits bien observés, peut conduire à de nouvelles découvertes.

Comme on ne peut, pratiquement, cultiver le tréponème de la syphilis, on ne peut donc établir une réaction de fixation vis-à-vis du virus syphilitique comme on le fait pour le microbe de la fièvre typhoïde. Ne pouvant se procurer de tréponèmes à l'état de pureté, Wassermann a l'idée d'utiliser comme *antigène*, c'est-à-dire pour remplacer les tréponèmes isolés qui eussent été nécessaires, un extrait de foie de fœtus atteint de syphilis héréditaire et qui est lui-même extrêmement riche en tréponèmes ; la réaction est en effet positive dans ce cas. Plus tard, on se rendit compte qu'il n'est nul besoin d'utiliser un foie hérédo-syphilitique, qu'un extrait de foie quelconque, un extrait de cœur d'animal donnent les mêmes résultats. Comme l'ont montré Levaditi et Yamamouchi, la déviation du complément n'est plus due ici à l'antigène tréponème, mais à des substances solubles dans l'alcool et dans l'éther, voisines des lécithines, qui se trouvent dans ces tissus.

Pour certaines maladies, il n'est pas superflu de cumuler les diverses méthodes directes et indirectes de diagnostic ; ainsi, au début de la fièvre typhoïde, c'est la culture du sang, l'hémoculture, qui est le procédé de choix, le bacille d'Eberth envahissant le sang d'une façon précoce.

A partir de la troisième semaine, au contraire, le microbe disparaissant en général du sang, seul le séro-diagnostic (qui d'ailleurs est souvent positif dès la première semaine) permet le diagnostic de la maladie.

Il en est ainsi encore pour la syphilis où, au début, à la période du chancre, seule la recherche du tréponème dans la lésion permet le diagnostic, la réaction de Wassermann étant encore négative. Plus tard, par contre, à la période tertiaire, la découverte du tréponème deviendra à son tour impossible dans les lésions et seule la réaction de Wassermann permettra le diagnostic bactériologique.

CHAPITRE V

CLASSIFICATION DES BACTÉRIES

Nous avons, dans les pages précédentes, décrit les caractères généraux des bactéries et les moyens de différenciation de ces bactéries et de diagnostic des maladies infectieuses causées par elles.

Il nous reste à rappeler que les bactéries elles-mêmes, comme il ressort d'ailleurs des exemples que nous avons dû prendre, appartiennent à des genres ou à des groupes différents et suscitent, par suite de leur structure et de leur nature même, des réactions très différentes.

On peut classer les bactéries en Microcoques, Bacteriums, Bacilles et Corynebacteriums.

BACTÉRIES DU GENRE MICROCOQUE (COCCACÉES). Le genre des Microcoques ou des Coccacées, qui renferme un très grand nombre de germes saprophytiques répandus dans l'air et dans l'eau, intéresse tout particulièrement le pathologiste, car il comprend des microbes pathogènes avec lesquels nous avons sans cesse à compter : les taphylocoque (fig. 26), agent du furoncle, de l'anthrax, de l'ostéo-myélite et des abcès circonscrits ; le streptocoque (fig. 27), agent de l'érysipèle, de l'infection puerpérale, du phlegmon diffus, de certaines septicémies, avec ou sans localisations cardiaques (endocardite infectieuse) ; le pneumocoque, agent de la pneumonie, et aussi de certaines suppurations fibrino-purulentes, pleurésies purulentes, méningites, péritonites purulentes, otites, etc. ; le méningocoque, agent de la méningite cérébro-spinale épidémique, et enfin le gonocoque (fig. 28), agent non seulement de la blennorragie, mais de la conjonctivite et des arthrites gonococciques et de véritables septicémies.

Les bactéries de cette famille, de forme arrondie ou ovalaire, sont d'une structure extrêmement élémentaire ; elles ne se reproduisent que par scissiparité, ne donnent jamais de spores.

Le mode de division des cocci présente des variétés assez caractérisées pour qu'il ait pu servir à distinguer des groupes :

Groupe staphylocoque, en amas ;

Groupe pneumo-entéro-streptocoque, en chaînettes ;

Groupe gono-méningo-catarrhalis, avec aspect de diplocoques en grains de café et, dans les cultures, de tétrades (groupement par quatre éléments).

Les maladies dues aux microcoques ont quelques traits généraux communs qui justifient le groupement. Les microcoques sont avant tout des agents déterminant des réactions locales, en particulier la suppuration ; leur pénétration dans les tissus est suivie le plus souvent de diapédèse (passage au travers des parois des vaisseaux capillaires) des leucocytes et surtout des leucocytes polynucléaires; le sang, dans ces affections, est riche en leucocytes ; il contient souvent aussi un excès de fibrine.

BACTÉRIES DU GENRE BACTERIUM (BACTÉRIACÉES). La famille des Bactériacées est caractérisée par des microbes en forme de bâtonnets courts ou longs (coccobacilles), s'allongeant même en filaments, se décolorant par la méthode de Gram, ayant pour caractère de présenter souvent une vacuole (ou partie vide) centrale, les extrémités étant seules colorées, ce qui leur donne un *aspect en navette*. Elles ne se reproduisent jamais par sporulation, mais seulement par division directe comme les microcoques.

Dans le genre Bacterium, deux groupes intéressent particulièrement le médecin : le groupe Pasteurella et le groupe Salmonella.

Le groupe Pasteurella, ainsi dénommé parce qu'il renferme le coccobacille du choléra des poules étudié par Pasteur, est plus intéressant en pathologie vétérinaire qu'en pathologie humaine, car il comprend une espèce bactérienne : le *Bacterium septicemiæ hæmorragicæ*, qui est l'agent d'un très grand nombre de septicémies des animaux, à type hémorragique et à localisation sur les membranes séreuses.

Il intéresse cependant le médecin, car le coccobacille de la peste, décrit par Yersin, le coccobacille de Ducrey, agent du chancre mou, le coccobacille de Pfeiffer, qui joue un rôle si important dans les complications respiratoires de la grippe, le coccobacille de Bordet-Gengou, agent de la coqueluche, appartiennent au groupe des Pasteurella.

Le groupe Salmonella nous intéresse aussi de façon particulière, car il est très répandu également chez l'homme et chez les animaux, habitant surtout au niveau du tube digestif ou s'y localisant volontiers. Il renferme des espèces pathogènes de la plus haute importance comme le colibacille, le bacille d'Eberth, agent de la fièvre typhoïde (fig. 29), les bacilles paratyphiques A et B, et enfin le bacille dysentérique.

Du genre Bacterium, on peut rapprocher le groupe Vibrion, caractérisé par l'aspect arqué ou en virgule des microbes (aspect d'ailleurs très contingent, car dans de nombreux cas les bactéries de ce sous-groupe se disposent en coccobacilles ou en filaments non incurvés). Ce groupe Vibrion est d'un haut intérêt, puisqu'il comprend le bacille virgule, l'agent du choléra (fig. 30).

BACTÉRIES DU GENRE BACILLUS. La classification bactériologique fait des bâtonnets du genre Bacillus un groupe nettement différencié parmi les bactéries, parce que les bactéries de ce genre se reproduisent par sporulation.

Alors que les microcoques et les bacteriums pathogènes ne vivent guère qu'à la surface des muqueuses des animaux, les bactéries sporulées du genre Bacillus peuvent vivre à l'état latent dans l'eau, dans l'air et dans la terre, surtout dans celle-ci qui est le véritable réservoir de ces germes.

Les maladies dues aux bactéries sporulées seront le plus souvent des maladies communes à l'homme et aux animaux, dans lesquelles la souillure par la terre jouera un rôle de premier ordre.

Les bactéries du genre Bacillus peuvent elles-mêmes se diviser en deux groupes selon qu'elles sont aérobies ou anaérobies. Parmi les bacilles aérobies se place la bactéridie charbonneuse (de Davaine), dont nous avons à maintes reprises rappelé les caractères. Parmi les bacilles anaérobies du groupe se trouvent les bacilles du tétanos (fig. 32) et du botulisme et les agents de putréfaction, parmi lesquels le vibrion septique et le *Bacillus perfringens* sont les plus importants.

BACTÉRIES DU GROUPE CORNYEBACTERIUM (BACILLE DIPHTÉRIQUE). Tout en ayant une parenté très étroite avec les bactéries, le bacille diphtérique prend déjà, au point de vue de la classification naturelle, une place à part qui le rapproche des microbes de la famille des Mycobacteriums : aspect

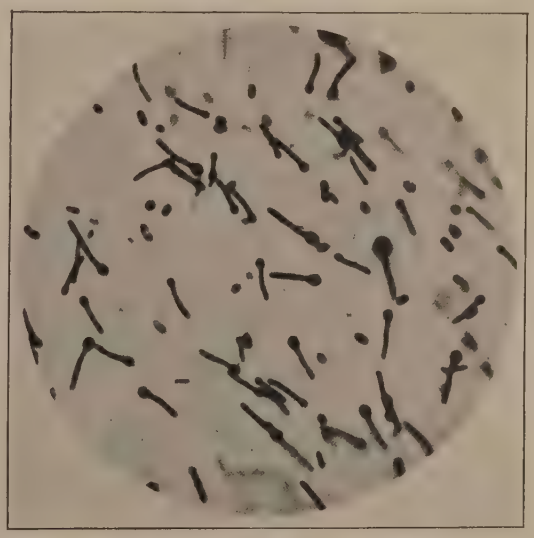


Fig. 32. — BACILLE DU TÉTANOS Ce bacille est, dans cette préparation, porteur d'une spore à une de ses extrémités. Sa longueur réelle est de 3 à 14 μ. (Cl. Lumière.)

granuleux, possibilité de posséder des renflements aux extrémités et même des ramifications.

Dans l'état actuel de la science, cet isolement du bacille diphtérique des autres bactéries n'a qu'un intérêt de pure classification, car, au point de vue des réactions qu'il suscite, le corynebacterium diphtérique est surtout voisin du bacille du tétanos, sécrétant comme lui une toxine soluble, la toxine diphtérique, qui joue un rôle prépondérant dans les symptômes de la maladie.

CHAPITRE VI

LES MYCOBACTERIUMS ET LES PARASITES VÉGÉTAUX

LES MYCOBACTERIUMS

(Bacille de la tuberculose)

Si nous plaçons ici, en dehors des groupes précédemment décrits, les microbes de la famille des Mycobacteriums, c'est qu'ils se rapprochent nettement des parasites végétaux qui occuperont la plus grande partie de ce chapitre. Les Mycobacteriums forment donc, si l'on peut dire, le trait d'union entre les bactéries et les champignons parasites de l'homme.

TUBERCULOSE, LÈPRE ET MORVE. La morve, la tuberculose et la lèpre, qui ont tant de similitudes au point de vue clinique, sont causées par des microbes appartenant à la famille des Mycobacteriums et qui, par leurs caractères, par les substances qu'ils renferment, s'éloignent des bactéries que nous avons précédemment étudiées. Les maladies qu'ils déterminent se rapprochent, d'autre part, des maladies dues à des parasites végétaux, tels que l'actinomycose, l'aspergillose et la sporotrichose.

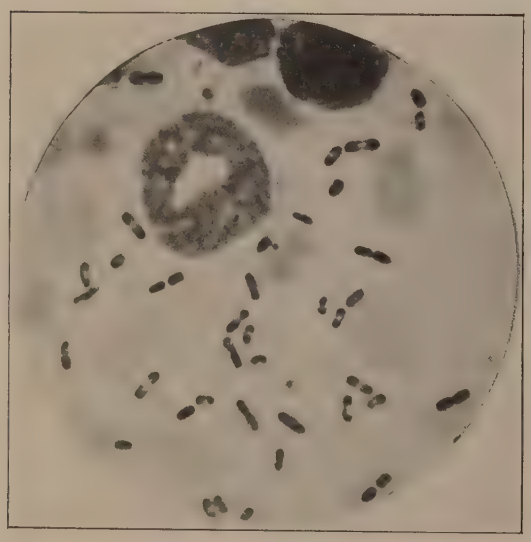


Fig. 33. — BACILLE DE LA PESTE Ce bacille, découvert par Yersin en 1894, a un aspect de navette (extrémités plus colorées que le centre). Il mesure 2 μ de longueur.

Bien que le bacille de la morve, par ses réactions colorantes, — il n'est pas acido-résistant, — soit distinct du bacille tuberculeux et du bacille de la lèpre, par ses autres caractères, par les lésions qu'il détermine, il doit en être rapproché. Ce qui caractérise en effet ces parasites auxquels on a tout d'abord donné le nom de bacilles, à cause de leur forme en bâtonnet, c'est l'existence chez eux de granulations plus colorables que le reste du bacille et qui jouent un rôle important sans doute dans sa résistance et peut-être dans sa reproduction ; c'est enfin la possibilité de trouver, à ses extrémités, des renflements qui ressemblent à ceux qu'on observe sur des parasites végétaux dont nous parlerons plus loin.

La parenté du bacille tuberculeux et du bacille de la morve est d'autre part indiquée par les substances toxiques qu'ils renferment l'un et l'autre.

Le bacille de Koch (bacille de la tuberculose) (fig. 34) et le bacille de la morve ne sécrètent pas de toxines solubles comme le bacille tétanique. Ils ne contiennent pas d'endotoxine comme le bacille d'Eberth ou le bacille de la peste. Leur caractéristique est de renfermer une substance, qui pour le bacille tuberculeux s'appelle la *tuberculine*, qui pour le bacille de la morve s'appelle la *malléine* et qui, dans les deux cas, a des propriétés identiques.

Pour extraire la tuberculine, on commence par tuer par la chaleur une culture bien développée dans un bouillon additionné de 6 p. 100 de glycérine, puis on fait réduire à feu doux le bouillon glycériné renfermant un voile épais formé par les bacilles, voile qu'on a au préalable dissocié dans la masse du bouillon ; lorsque l'évaporation a réduit au dixième la masse du bouillon glycériné, on filtre; le produit sirupeux, composé surtout de glycérine et d'extrait des corps des bacilles tués, est la tuberculine de Koch. La malléine se prépare d'une façon identique.

La malléine et la tuberculine résistent toutes deux aux températures les plus élevées, contrairement aux toxines solubles et aux endotoxines. Elles ont toutes deux ce caractère absolument spécial d'être inoffensives, même à haute dose, pour les animaux sains, et par contre de

déterminer, même à petite dose, chez les animaux morveux ou tuberculeux, des réactions (qui peuvent être utilisées, comme nous l'avons vu, au point de vue du diagnostic) plus ou moins violentes, qui peuvent même entraîner la mort des animaux.

L'injection de tuberculine à dose infinitésimale à l'animal tuberculeux entraîne d'autre part des réactions qui sont de trois ordres : *locales*, c'est-à-dire qu'au point d'inoculation il se produit une réaction inflammatoire plus ou moins marquée ; *focales*, c'est-à-dire qu'au niveau des foyers tuberculeux, sous l'influence de la tuberculine, il se produit un état congestif, qui peut aboutir même à l'apparition d'hémoptysies ; *générales*, se traduisant par de la fièvre élevée, de la courbature.

De même qu'en médecine humaine l'introduction de tuberculine dans le derme est le meilleur procédé de diagnostic de la tuberculose chez le nourrisson, en médecine vétérinaire, l'injection de malléine est la meilleure méthode de diagnostic de la morve.

La parenté du bacille de la lèpre et du bacille tuberculeux est indiscutable. Tous les deux sont des bacilles acido-résistants, ayant les mêmes groupements caractéristiques ; le bacille de la lèpre n'a pu jusqu'ici être cultivé.

Les lésions déterminées par le bacille de la morve, par le bacille tuberculeux et le bacille de la lèpre ont enfin une très grande parenté. La pénétration de ces mycobactéries dans le système vasculaire ou dans le tissu conjonctif détermine la formation de petites lésions locales, de lésions nodulaires ou tubercules, caractérisées par le groupement autour de ces bacilles de cellules mésodermiques, de macrophages qui englobent les bacilles.

Parmi ces cellules, les plus caractéristiques sont de grandes cellules à plusieurs noyaux, qu'on appelle des cellules géantes. La présence au centre d'un nodule d'une ou plusieurs cellules géantes, entourées de cellules déjà nécrosées, dites cellules épithélioïdes et de cellules conjonctives jeunes à la périphérie, constituent ce qu'on appelle le follicule tuberculeux élémentaire de Köster, qui est caractéristique de la lésion tuberculeuse comme de la lésion morveuse.

Dans la tuberculose comme dans la morve, les bacilles, d'autre part, libèrent des substances, de véritables diastases digestives qui transforment les albumines des tissus en lésions dites caséeuses analogues aux transformations que subit la caséine dans la maturation des fromages.

On retrouve également dans la lèpre de véritables nodules lépreux, mais les phénomènes de caséification font en général défaut ; d'autre part, la localisation toute spéciale du bacille de la lèpre sur la cellule nerveuse donne à cette maladie une physionomie toute spéciale.

Les travaux de Bezançon et Philibert montrent d'autre part la parenté du bacille tuberculeux et des parasites végétaux plus élevés en organisation.

Le bacille tuberculeux donne sur les milieux de culture des colonies abondantes qui ne se mêlent pas au milieu. Sur le bouillon, il donne des voiles très épais. Or, ces voiles sont en réalité constitués par des filaments

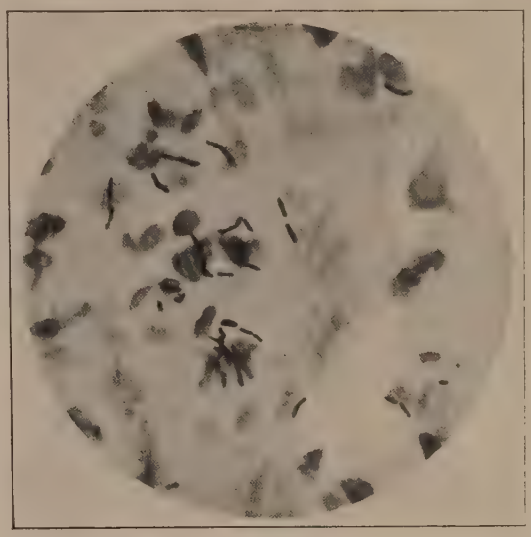


Fig. 34. — BACILLE DE LA TUBERCULOSE ▰ Ce bacille dit aussi bacille de Koch, du nom de celui qui le découvrit, a une longueur réelle de 2 à 5 μ. (Cl. Lumière.)

très longs, anastomosés entre eux et ne renfermant qu'à un moment de leur développement des bacilles acido-résistants.

Il résulte enfin des recherches nouvelles de Fontès et surtout de Vaudremer, de Handarsy, de Calmette et Vallois, qu'à côté des formes visibles du bacille de Koch il existe des formes invisibles capables de traverser les filtres et de déterminer chez les animaux des lésions différentes de celles qu'on obtient avec le bacille tuberculeux acido-résistant.

La tuberculose, comme la morve, comme la lèpre, sont d'autre part des maladies chroniques, qui présentent de temps à autre des poussées aiguës évolutives ; elles ont bien peu de tendance à la véritable guérison naturelle, mais plutôt, dans les cas favorables, à l'enkystement.

Au cours de ces maladies, il ne se développe pas de véritable immunité, comme après la fièvre typhoïde ou la peste ; il se produit cependant des modifications intéressantes de la résistance qui ont été bien étudiées par Koch et que l'on désigne aujourd'hui sous l'appellation de phénomène de Koch. Si l'on injecte à un cobaye sain des bacilles tuberculeux sous la peau, il se produit en dix ou douze jours une petite lésion locale tuberculeuse qui s'ouvre à la peau et constitue ce qu'on appelle communément le « chancre d'inoculation », lésion qui, comme certains chancres mous, n'a pas de tendance à guérir. Puis les ganglions du territoire voisin deviennent tuberculeux et l'infection se généralise ensuite à la rate, au foie, aux poumons.

Si, à ce même animal, vers le dix-huitième jour, on injecte à nouveau des bacilles tuberculeux, il ne se produit pas de chancre au point d'inoculation, mais, *dans les quarante-huit heures*, une véritable escarre qui a tendance à guérir rapidement.

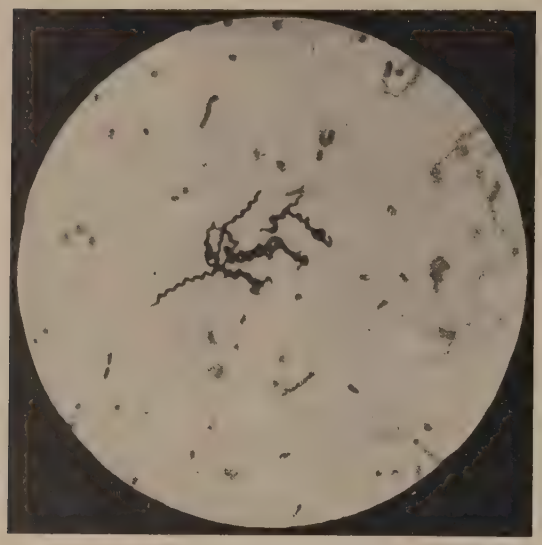


Fig. 35. — SPIROCHÈTE DE LA SYPHILIS ⌀ Ce spirochète mesure réellement 6 à 14 μ de longueur.

L'animal subit un choc violent, dont il peut mourir. S'il survit, les bacilles inoculés ne font ni chancre, ni adénopathie, ni généralisation. Le phénomène de Koch ne fait jamais défaut si l'on emploie des doses de bacilles nécessaires et si l'on ne fait pas l'injection au cobaye à une date trop rapprochée du début de l'infection ; comme Bezançon et de Serbonne l'ont enfin montré, on peut déterminer un phénomène de Koch pulmonaire, à la suite d'une inoculation de bacilles dans la trachée ; dans ce cas, alors que chez le cobaye sain l'inoculation de bacilles détermine une broncho-pneumonie tuberculeuse riche en bacilles, l'inoculation d'une même dose dans la trachée du cobaye déjà tuberculisé sous la peau détermine des phénomènes congestifs qui peuvent tuer le cobaye dans les vingt-quatre heures, mais qui, s'il survit, n'aboutissent qu'à des lésions discrètes de sclérose.

Les recherches d'autres auteurs (Rist) ont montré que si l'on fait l'injection, non plus sous la peau, mais dans le péritoine des cobayes déjà tuberculisés sous la peau, il se fait des réactions brutales inflammatoires avec production d'ascite.

Le même phénomène a été noté pour la plèvre ; la pleurésie séro-fibrineuse semble n'être qu'un phénomène de Koch intrapleural.

Dans l'évolution de la tuberculose, il y a des phases plus ou moins longues où ne se produit pas le phénomène de Koch, où le cobaye ne réagit pas à la tuberculine, où une véritable réinoculation peut se produire : c'est ce qu'on a appelé la phase anté-allergique ; dans les autres phases, au contraire, selon le terme heureux créé par Purquet, l'organisme est hypersensible non seulement à la tuberculine, mais aussi aux réinoculations du bacille, Il est en état *allergique* (réaction autre).

LES PARASITES VÉGÉTAUX

L'homme est relativement peu exposé aux parasites végétaux. Toutefois, dans certaines conditions de la vie rurale, ou bien, comme pour l'aspergillose, dans certaines professions, des affections parasitaires peuvent se développer.

Tous ces parasites végétaux appartiennent à la classe des champignons. Les maladies qu'ils déterminent ont reçu le nom général de *mycoses*.

L'ACTINOMYCOSE (fig. 38). ⌀⌀ La plus intéressante de ces mycoses est l'actinomycose, qui est commune à l'homme et aux animaux et se voit surtout chez le bœuf.

L'*Actinomyces bovis*, qui est l'agent de cette maladie, vit à l'état saprophytique dans la nature et notamment sur les céréales. C'est souvent en mâchonnant des brins de paille que le paysan, qui peut avoir des lésions de la muqueuse buccale, contracte la maladie.

Le caractère principal du parasite est d'être formé par des filaments enchevêtrés et ramifiés, non acido-résistants et susceptibles, dans certaines conditions, de présenter des renflements en massue ou en crosse aux extrémités. Filaments et crosses peuvent dans ce cas donner un aspect en touffes rayonnantes très caractéristique.

Les lésions de l'actinomycose sont la plupart du temps des lésions locales frappant surtout la mâchoire, en raison même du mode de contamination dont nous venons de parler, mais elles peuvent se localiser aussi sur le poumon. Elles sont très voisines des tubercules, elles comprennent de véritables follicules, avec cellules géantes renfermant le parasite. Sous l'influence de celui-ci, il se produit, comme dans la tuberculose, une sorte de caséification avec liquéfaction de tissu caséifié et formation de fistules par lesquelles s'écoule un pus contenant des petits grains dits « grains jaunes » dans lesquels on retrouve le parasite.

LES MYCÉTOMES. ⌀⌀ A côté des actinomycoses se trouvent les mycétomes, tumeurs inflammatoires également mycosiques, renfermant aussi des grains de forme, de couleur et de dimensions variables, constituées par un feutrage mycélien et pouvant être éliminés à l'extérieur par des fistules purulentes multiples. Le *pied de Madura*, maladie des pays chauds (Asie et Afrique), est le plus connu de ces mycétomes.

LA SPOROTRICHOSE. ⌀⌀ Au premier rang des mycoses, il faut signaler une affection également commune à l'homme et aux animaux, confondue longtemps avec la tuberculose et la syphilis : la sporotrichose, due à un parasite spécial, le *Sporotrichum Beurmanni*, découvert par de Beurmann et Ramond, et bien étudié par Matruchot et Gougerot.

Le parasite, dans le pus, se présente sous forme de cellules ovoïdes qui ressemblent à une levure allongée.

Dans les cultures, faites surtout sur la carotte glycérinée, on obtient des colonies saillantes, brunâtres, très voisines de celles des teignes, et constituées par des filaments ramifiés présentant à l'extrémité des plantes des bouquets de conidies.

Le *Sporotrichum* paraît vivre à l'état saprophytique sur les végétaux; il peut contaminer soit l'homme, soit les animaux. La sporotrichose humaine est encore une maladie des campagnards. Elle donne naissance à de véritables tumeurs, dites gommes, situées sous la peau, et qui peuvent être soit localisées, soit généralisées.

La lésion microscopique déterminée par le *Sporotrichum* est en réalité un véritable follicule, analogue au follicule tuberculeux, mais présentant d'autre part des éléments qui le rapprochent davantage, au point de vue de l'apparence seulement, des lésions syphilitiques ou du véritable abcès staphylococcique.

La sporotrichose, comme l'actinomycose, est justiciable de la cure iodée, réalisée à l'aide de l'iodure de potassium surtout. Néanmoins, la seconde nommée, quand ses lésions sont très étendues, peut légitimer l'intervention chirurgicale.

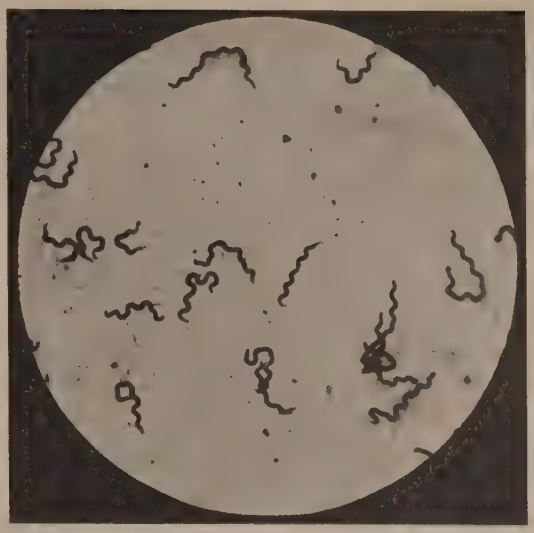


Fig. 36. — SPIROCHÈTE DE LA FIÈVRE RÉCURRENTE ⌀
Il mesure 16 à 40 μ de longueur.

L'ASPERGILLOSE. ⌀⌀ L'aspergillose est aussi une mycose commune à l'homme et aux animaux. Elle est surtout fréquente chez les gaveurs de pigeons, qui s'infectent en triturant dans leur bouche des graines sur lesquelles le parasite vit à l'état de saprophyte. Elle détermine surtout des lésions pulmonaires qui peuvent simuler la tuberculose à laquelle, d'ailleurs, elles sont souvent associées.

Le parasite agent de cette maladie est l'*Aspergillus fumigatus*, voisin de l'*Aspergillus niger*, qui se développe comme une moisissure sur les fruits acides, sur le citron, le pain mouillé. C'est un champignon de l'ordre des Ascomycètes, constitué par un mycélium et des filaments fructifères ou conidies, disposés aux extrémités de filaments en pomme d'arrosoir ou en goupillon (aspergillus).

LES OOSPOROSES. ⌀⌀ Voisines de l'actinomycose et des mycétomes sont les oosporoses, causées par des champignons du genre Oospora et qui présentent, au point de vue de leur localisation, les plus grandes variétés. On connaît des oosporoses oculaires, cutanées, buccales, digestives, pulmonaires. Dans tous ces cas, le diagnostic est très difficile tant que l'on n'a pas mis le parasite en évidence, car les lésions provoquées par celui-ci peuvent en imposer pour des maladies très différentes.

L'examen microscopique n'est parfois pas suffisant pour déterminer le parasite. Il faut en venir aux cultures.

On peut encore observer des mycoses provoquées par des champignons des genres endomyces et saccharomyces, c'est-à-dire se présentant exclusivement sous la forme de levure. A ce type appartient le muguet [1].

Les champignons sont enfin les agents des teignes, mais seront décrits au chapitre des *Maladies de la peau*.

1. Voir aux *Maladies des enfants*.

CHAPITRE VII

LES SPIROCHÈTES

Les spirochètes sont parmi les premiers microbes pathogènes connus, puisque c'est en 1868 que Obermeier (de Berlin) découvrit un spirochète qu'on appelait alors spirille, dans le sang des malades atteints de fièvre récurrente (fig. 36), maladie fréquente en Silésie et dans l'Europe orientale.

La découverte d'Obermeier semblait isolée et, si l'on connaissait d'autres spirochètes vivant à l'état saprophytique dans les eaux croupies, on n'en connaissait pas jouant un rôle pathogène chez l'homme et chez les animaux. En 1891, Sakharoff découvre un spirochète pathogène pour les oies et, en 1903, Marchoux et Salimbeni signalent une nouvelle spirochétose chez les poules du Brésil. En 1904, Dutton et Todd montrent que la fièvre

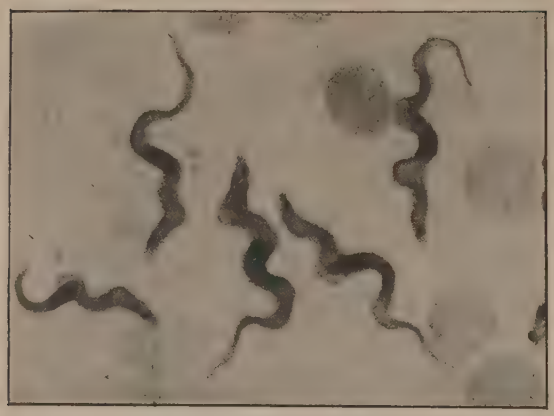


Fig. 37. — TRYPANOSOMA GAMBIENSE ⌀ Ce trypanosome est l'agent de la maladie du sommeil. Il mesure 20 à 35 μ de longueur.

des tiques africaine est due à un spirochète transmis par un ornithodorien.

LE SPIROCHÈTE DE LA SYPHILIS. ⌀⌀ La découverte, en 1905, par le protistologue Schaudinn, du parasite de la syphilis (fig. 35) allait ouvrir un véritable monde pathogène nouveau, celui des spirochètes, qui doit prendre une place importante en pathologie à côté de celui des bactéries que nous avons étudiées.

Le *Spirochæta pallida* ou treponema pallidum prend mal la plupart des colorants usuels et ne se colore que par les méthodes qui servent à colorer les protozoaires, telles que la méthode de Giemsa. En réalité, cette méthode même est médiocre et le spirochète n'est bien visible que si on fait l'examen de la sérosité à l'ultramicroscope ou si l'on imprègne les frottis ou les coupes au moyen de nitrate d'argent selon la méthode de Levaditi et de Fontana-Tribondeau.

Le spirochète existe en grande quantité dans les chancres, dans les plaques muqueuses, au cours de la syphilis acquise ; il n'est pas visible en général dans les lésions tertiaires, dans les gommes et dans les lésions de la syphilis nerveuse (tabes), sauf dans quelques cas de paralysie générale. Il se trouve en grande quantité dans les lésions cutanées muqueuses, dans le foie et le poumon des fœtus hérédo-syphilitiques.

Le tréponème, après coloration, se présente sous la forme d'un filament spiralé, d'une épaisseur de 1/2 μ, d'une longueur de 6 à 15 μ ; les tours de spire sont de six à douze, ils sont réguliers, parallèles et profonds.

Le spirochète ne peut pas pratiquement être cultivé. Il est inoculable aux singes anthropoïdes, chez lesquels il détermine un chancre et de l'adénopathie satellite, et au lapin, chez qui l'introduction du tréponème dans la cornée détermine une kératite caractéristique, l'introduction dans le testicule déterminant une orchite syphilitique riche en tréponèmes.

Les lésions anatomiques déterminées dans l'organisme par le tréponème paraissent à première vue très diverses ; il existe en réalité des aspects généraux des lésions qui caractérisent la maladie.

Les lésions syphilitiques, comme les lésions tuberculeuses, sont des lésions nodulaires, mais il est rare qu'on puisse y observer des follicules complets avec cellules géantes ; le plus souvent, la lésion consiste en lésions de la tunique interne des vaisseaux, avec, autour des capillaires, des agglomérations de cellules de protoplasma basophile. Le chancre et les lésions de la syphilis secondaire sont des *plasmomes*.

Les lésions gommeuses qui marquent la période tertiaire de la maladie sont plus profondes, il y a au centre une véritable mortification du tissu, qui peut prendre l'aspect de marron cru, avec enkystement périphérique, le tissu mortifié pouvant d'ailleurs s'éliminer, ou bien être envahi par la sclérose.

La syphilis [1] est en réalité une septicémie évoluant en deux temps, une phase de septicémie pure, puis une phase de localisation.

La maladie débute par une lésion locale, au point d'inoculation, le *chancre*, qui commence à apparaître dix-neuf à vingt et un jours après le contact infectant ; ce chancre est en réalité une érosion qui n'a aucune tendance à suppurer ; à la suite du chancre se développe une adénopathie n'ayant aucune tendance à suppurer et frappant les ganglions lymphatiques du territoire correspondant.

Le chancre ne tarde pas à guérir, laissant à peine une petite cicatrice visible et, quarante jours après l'apparition, se développe une roséole sur la peau, puis des plaques muqueuses buccales ou génitales.

A cette éruption précoce peuvent succéder d'autres éruptions de syphilides papuleuses, ou ulcéreuses.

Au bout de deux ou trois ans, la maladie entre dans une phase latente ; vers la quatrième année, peuvent survenir des accidents tertiaires, des gommes de la peau, du voile du palais, du foie, du poumon et, à une époque beaucoup plus tardive, des lésions du système nerveux, tabes, paralysie générale.

AUTRES SPIROCHÈTES. ⌀⌀ En 1906, Castellani établit que le pian, maladie tropicale très voisine de la syphilis, est dû à un tréponème lui-même très voisin du *Treponema pallidum*, le *Treponema pallidula*.

En 1907, Castellani trouve dans des cas de bronchite sanglante, à Ceylan, un spirochète : le *Spirochæta bronchialis*.

En 1914, Inado et Ido montrent que certains ictères infectieux à rechutes sont dus à un spirochère, le *Spirochæta ictero-hemorragiæ* ; l'inoculation du sang ou de l'urine du malade au cobaye détermine chez cet animal une maladie expérimentale caractérisée par de l'ictère et des hémorragies ; on rencontre le spirochète en très grande quantité dans le foie.

En 1917, Futaki et Takaki trouvent également un

1. Il en sera longuement question au *Supplément*.

spirochète dans les lésions cutanées et le sang des malades atteints d'une affection ayant certaine ressemblance avec la syphilis, le sodoku, lequel est dû à la morsure du rat déjà infecté.

D'autres infections, la fièvre de sept jours, la fièvre des tranchées, la bilieuse hémoglobinurique sont dues à des spirochètes.

Enfin, il existe toute une série de gangrènes qui sont dues à l'association d'un spirochète avec le bacille fusiforme. La plus connue constitue l'angine de Vincent [1].

Il semble de plus, comme Bezançon a contribué à le démontrer avec Etchegoïn, que certaines formes de gangrène pulmonaire relèvent pour une grande part d'un spirochète à caractères particuliers.

Tous ces spirochètes, tout d'abord subdivisés en genres sous le nom de *Heptospira*, *Spironema*, *Treponema*, ont été réunis en un seul genre, le genre Spirochète.

Toutes les maladies qu'ils causent, en apparence disparates, présentent en réalité des caractères communs primordiaux qui permettent d'établir un rapprochement étroit dû à la biologie du genre spirochète, entre toutes les affections humaines et animales causées par les diverses espèces de ce genre et de considérer un nouveau groupe norographique bien autonome : les spirochétoses.

Les spirochétoses sont des septicémies à rechutes, ayant une affinité toute spéciale pour le foie et le système nerveux, n'entraînant en général aucune immunité ; la contagion peut se faire d'homme à homme ou souvent par un hôte intermédiaire : moustique, pou, rat.

1. Voir au chapitre des *Parasites*, où il a déjà été question de quelques microbes de ce groupe.

CHAPITRE VIII

LES VIRUS FILTRANTS

Les recherches de ces dernières années ont montré enfin qu'un certain nombre de maladies infectieuses de cause inconnue étaient dues à des microbes invisibles, capables de traverser les filtres.

Pasteur avait pressenti l'existence des virus invisibles et, dans ses études sur la rage, il supposa que celle-ci était due à un microbe trop petit pour être vu au microscope, mais résidant dans le système nerveux, dans le bulbe en particulier. Ce ne fut que beaucoup plus tard, grâce aux travaux de Remlinger, qu'il fut démontré que la rage est due, en effet, à un virus invisible ; mais il n'en reste pas moins vrai que Pasteur, sans connaître le microbe, a pu, par la seule méthode expérimentale, faire de la rage une étude définitive qu'on n'a eu presque qu'à reprendre de toutes pièces pour étudier les maladies similaires dues à des virus invisibles.

Jusqu'en 1898, selon l'expression de E. Roux, les microbes invisibles n'étaient que des êtres de raison. La découverte, par Lœffler et Frosch, en 1898, du parasite de la fièvre aphteuse, celle, la même année, par Nocard et Roux, du microbe de la péripneumonie des bovidés, ont donné la personnalité à ces virus invisibles.

La sérosité extraite d'un aphte non rompu, recueillie sur un bovidé en cas de fièvre aphteuse, paraît tout à fait limpide et l'on ne peut, ni par coloration, ni par l'ensemencement, ni même, comme on l'a vu depuis, par examen à l'ultramicroscope, y retrouver aucun élément figuré.

Elle renferme cependant le virus, comme le montre l'inoculation à l'animal qui reproduit la maladie, mais, et c'est là la découverte de Lœffler, prenons cette sérosité, diluons-la dans de l'eau salée physiologique et filtrons-la sur une bougie Berkefeld en terre d'infusoires, recueillons le filtrat et inoculons-le à un bovidé, nous allons reproduire la fièvre aphteuse.

Le virus est donc capable de traverser les filtres, contrairement aux bactéries habituelles étudiées jusqu'ici ; c'est un virus invisible, mais aussi un virus filtrant, et c'est même son seul caractère pathognomonique. Ce n'est d'ailleurs pas une toxine, car les animaux inoculés ont non seulement les symptômes de la fièvre aphteuse,

Fig. 38. — ACTINOMYCOSE ø (Cl. du Dr Brocq, hôpital Saint-Louis.)

mais la maladie elle-même inoculable en série.

La découverte de Lœffler fut bientôt suivie, nous l'avons vu, par celle de la péripneumonie contagieuse des bovidés. Il s'agit là, comme on l'a montré plus tard, d'un microbe à la limite de la visibilité.

LES VIRUS DERMOTROPES. Les travaux de Borrel, de Remlinger, de Vallée, de Carré, de Jouaux, etc., n'ont pas tardé à montrer que fréquentes étaient les maladies des animaux qui rentraient dans la catégorie des maladies à virus invisible : la clavelée ou variole ovine, la vaccine, l'épithélioma contagieux des oiseaux, etc.

Il en est de même d'un grand nombre de maladies humaines : la variole, la rage, le trachome et enfin la poliomyélite ou paralysie infantile, l'encéphalite léthargique et l'herpès.

En dehors de la notion de filtration, nous manquons de caractères bactériologiques pour classer ces divers virus. Nous savons seulement que la plupart d'entre eux ont pour caractère d'être dissous par la bile, les sels biliaires et les saponines ; nous savons aussi que ce sont des parasites obligatoires ne pouvant vivre que dans le protoplasma de la cellule vivante.

Borrel, qui a consacré de belles études aux virus cytotropes (c'est-à-dire qui ont de l'affinité pour les cellules), a montré que pour un certain nombre de ces virus, le lieu d'élection est la localisation sur l'épithélium de la peau ; les maladies à virus filtrants sont en effet souvent des maladies à vésico-pustules, comme la fièvre aphteuse, la clavelée, la vaccine, la variole et l'herpès.

Le virus est dermotrope (qui a de l'affinité pour la peau) et la réaction de l'organisme se traduit par la prolifération des épithéliums et la formation de pustules.

La souffrance de la cellule se traduit d'autre part dans toutes ces maladies par la présence d'une lésion particulière de la cellule même ; en dehors des lésions de prolifération, de vascularisation, il se produit dans le protoplasma de la cellule parasite des corpuscules situés à côté du noyau qui, à leur apparition, enchâssent celui-ci comme une chemise. Ces corpuscules qui ont été décrits pour la première fois, par Négri, dans la rage, ont été retrouvés depuis dans la variole et la vaccine.

Ces formations, interprétées tout d'abord comme des débris de noyaux, seraient regardées aujourd'hui, sinon comme le virus lui-même, du moins comme le siège de celui-ci.

Ces épithélioses sont caractérisées en général, d'après Borrel, par une incubation plus ou moins longue et entraînent après elles une immunité solide et durable.

La question des virus filtrants touche peut-être au problème du cancer, au moins comme cause prédisposante ou déchaînante ; des expériences relativement récentes de Peyton Rouss montrent, dans certaines tumeurs cancéreuses des gallinacés, l'intervention indiscutable d'un virus filtrant.

VIRUS NEUROTROPES. Un certain nombre de virus filtrants ont une affinité toute particulière pour le système nerveux : on les dit neurotropes. Nous avons vu, en effet, que la rage est en réalité une maladie à virus filtrant. La maladie présente une période d'incubation plus ou moins longue selon les cas et se traduit soit par des phénomènes d'excitation (rage furieuse), soit par des paraplégies (rage paralytique).

De la rage on doit rapprocher la poliomyélite antérieure épidémique, ou paralysie infantile, dont la nature épidémique fut démontrée dès 1887 par Cordier (de Lyon), puis surtout par Médin, à Stockholm.

En calquant pour ainsi dire les expériences de Pasteur sur la rage et les appliquant à la poliomyélite, on a montré que le virus siège dans le système nerveux. Un fragment de moelle épinière d'un sujet mort de la maladie, inoculé au singe par voie intracranienne, détermine, après sept à dix jours d'incubation, des symptômes de paralysie. Une émulsion de moelle filtrée sur bougie Berkefeld reproduit les symptômes de la maladie, il s'agit donc bien d'un virus filtrant.

Des recherches récentes nous ont montré enfin que le virus de l'encéphalite léthargique, qui se localise également sur les centres nerveux et qu'on peut, par passage de lapin en lapin, comme le virus rabique, transformer en virus fixe, est lui aussi un virus filtrant, qui existe non seulement dans les centres nerveux, mais encore dans les sécrétions naso-pharyngiennes des malades.

Ce virus, inoculé sur la cornée du lapin, détermine de la kératite (ou inflammation de cet organe) et l'animal présente ensuite des symptômes d'encéphalite.

L'herpès enfin, qui survient si souvent comme une complication au cours de certaines maladies infectieuses, la pneumonie par exemple, serait lui aussi, comme l'ont montré des recherches récentes, dû à un virus filtrant.

Le virus herpétique serait à la fois dermotrope et neurotrope. En effet, non seulement il détermine sur la peau l'éruption connue de l'herpès, mais s'il est inoculé sur la cornée d'un lapin, il se généralise aux centres nerveux. Dans ce cas, l'animal succombe à une inflammation cérébrale (encéphalite).

Le virus herpétique présenterait d'autre part des rapports très étroits avec le virus de l'encéphalite léthargique, qui détermine, chez le lapin, des lésions analogues. Pour certains auteurs, ces deux virus seraient de même nature et différeraient seulement par le degré de virulence.

30M